



Universidad Carlos III de Madrid
Escuela Politécnica Superior

ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES CON
TECNOLOGÍA DE CONTACTORES BIOLÓGICOS
ROTATIVOS ALIMENTADA MEDIANTE SISTEMA
FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED

Tutor :	Juan Ignacio López Ruiz
Codirector:	Antonio Aznar Jiménez
Autor:	Miguel García Hontoria

Leganés, junio de 2011



ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. OBJETO DEL PROYECTO.....	8
3. ANTECEDENTES.....	9
4. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MUNICIPIO Y SU TERMINO.....	9
5. OROGRAFÍA Y CLIMA.....	10
6. NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN APLICABLE.....	10
6.1. Normativa sobre aguas residuales.....	10
6.2. Normativa sobre Sistemas Fotovoltaicos.....	11
6.3. Otras normas.....	12
7 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	13
8 BASES DE PARTIDA.....	15
8.1. Estimación del consumo de agua.....	15
8.2. Características del agua de entrada.....	16
8.3. Resultados a obtener en el agua tratada.....	16
9 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE LA EDAR.....	17
9.1 Llegada de agua bruta.....	18
9.1.1 Arqueta de entrada.....	18
9.1.2 Pozo de gruesos.....	18
9.1.3 Tanque de tormentas.....	20
9.1.4 Bombeo de agua bruta.....	20
9.2. Pretratamiento.....	21
9.2.1 Desbaste.....	21
9.2.2 Tamices.....	21
9.2.3 Desodorización.....	22
9.2.4 Desarenado-desengrasado.....	22
9.3 Tratamiento secundario.....	24
9.3.1 Tanque de regulación.....	24
9.3.2 Tratamiento biológico: Biodiscos.....	24
9.3.3 Decantador secundario.....	26
10. CALCULOS DE DIMENSIONAMIENTO DE LA EDAR.....	28
10.1 Parámetros de partida.....	29



10.2 Pozo de gruesos.....	30
10.3 Reja de gruesos.....	31
10.4 Tamiz rotativo.....	32
10.5 Desarenador-Desengrasador.....	33
10.6 Biodiscos.....	34
10.7 Clarificador o decantador secundario.....	36
11 INSTALACIONES ELECTRICAS DE BAJA TENSION.....	38
11.1 Clasificación de la instalación eléctrica de baja tensión.....	38
11.2. Instalaciones interiores o receptoras.....	38
11.3 Clasificación del consumo de los edificios.....	39
11.4 Previsión de cargas.....	39
11.4.1 Previsión de cargas para los edificios.....	39
11.4.2 Previsión de cargas en el resto de la planta.....	40
11.4.2.1 Potencia en fuerza motriz.....	40
11.4.2.2 Potencia en alumbrado exterior.....	40
11.4.3 Potencia total de la planta.....	40
11.5 Consumo de energía eléctrica.....	43
12 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	44
12.1 Tipo de instalación.....	45
12.2 Producción energética estimada.....	45
12.3 Descripción de las instalaciones.....	47
12.4 Componentes de la instalación.....	48
12.4.1 módulos fotovoltaicos.....	48
12.4.1.1 Características constructivas.....	49
12.4.1.2 Características técnicas.....	49
12.4.2 Estructura soporte.....	51
12.4.3 Inversor de conexión a red.....	51
11.4.3.1 Características Generales.....	52
11.4.3.2 Características técnicas.....	52
12.4.4 Sistemas de protección.....	53
11.4.4.1 Interruptor general de corte en carga.....	53
11.4.4.2 Fusibles de seccionamiento en CGP.....	54
11.4.4.3 Interruptor automático de protección de línea a Inversor.....	54



12.4.4.4 Protección automática-diferencial.....	54
12.4.4.5 Interruptor automático de interconexión.....	55
12.4.4.6 Seccionadores de CC.....	55
12.4.4.7 Fusibles de protección instalación CC.....	55
12.4.4.8 Transformador de separación galvánica.....	55
12.4.5 Puesta a tierra.....	55
12.4.6 Cableado.....	56
12.4.6.1 Interconexión entre los módulos fotovoltaicos.....	56
12.4.6.2 Interconexión de módulos al CS.....	56
12.4.6.3 Interconexión de BT: CS-CGP (DC) - Inversor.....	57
12.4.6.4 Interconexión de BT: inversor-CGP(AC)	57
13. CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	58
13.1 CÁLCULOS DE CONEXIÓN FOTOVOLTAICA.....	59
13.1.1 Configuración de la instalación: módulos en serie.....	59
13.1.2 Configuración de la instalación: módulos en paralelo.....	60
13.2 Cálculos eléctricos.....	60
13.2.1 Sección del cableado.....	60
13.2.1.1 Parámetros eléctricos de las series.....	60
13.2.1.2 Criterio de caída de tensión.....	60
13.2.1.3 Criterio térmico.....	61
13.2.2 Resultados.....	62
13.2.3 Protecciones.....	67
13.2.3.1 Corriente continua.....	67
13.2.3.1 Corriente alterna.....	68
13.2.4 Funcionamiento en isla.....	69
13.2.5 Armónicos y compatibilidad electromagnética.....	69
13.2.6 Puesta a tierra de la instalación.....	69
13.3 Cálculos energéticos.....	71
13.3.1 Orientación de los módulos fotovoltaicos.....	72
13.3.2 Sombreado de los paneles.....	73
13.3.3 Suciedad de los paneles.....	74
13.3.4 Cálculo de la producción.....	74
13.3.5 Cálculo de las emisiones evitadas.....	77



14. PRESUPUESTO.....	78
15. CONCLUSIONES.....	82
16. POSIBLES MEJORAS.....	83
BIBLIOGRAFÍA.....	84
PLANOS.....	85
ANEXO 1: equipos.....	89
ANEXO 2: informe PVSYST	111
ANEXO 3: informe Meteonorm.....	117
ANEXO 4: algoritmos de cálculo.....	122



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Situación geográfica.....	9
Figura 2. Precipitaciones en Alpedrete.....	10
Figura 3. Esquema general de la EDAR.....	18
Figura 4. Simulación 3D de la EDAR.....	18
Figura 5. Desarenador-Desengrasador aireado.....	23
Figura 6. Sistema de Soplantes Desarenador-Desengra.....	24
Figura 7. Sistema de biodiscos.....	25
Figura 8. Decantador secundario.....	26
Figura 9. Grafica de producción esperada.....	46
Figura 10. Disposición de los módulos.....	47
Figura 11. Módulo Siliken SLK60P6L.....	48
Figura 12. Características constructivas del módulo.....	49
Figura 13. Características I-V y Pmax a 25° y diferentes radiaciones.	50
Figura 14. Curva de operación de cada panel con 1000 W/m2.....	51
Figura 15. Inversor Siliken SE85I.....	53
Figura 16. Optimización con respecto a productividad de irradiación anual.....	72
Figura 17. Línea del perfil de obstáculos.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diferentes tecnologías de depuración.....	13
Tabla 2. Concentración de contaminantes a la entrada de la EDAR.....	16
Tabla 3. Concentración de contaminantes a la salida de la EDAR.....	16
Tabla 4. Parámetros y valores obtenidos como parámetros de partida.....	29
Tabla 5. Parámetros y valores obtenidos para el pozo de gruesos.....	30
Tabla 6. Parámetros y valores obtenidos para las rejillas de desbaste.....	31
Tabla 7. Parámetros y valores obtenidos para el tamiz rotativo.....	32
Tabla 8. Parámetros y valores obtenidos para el desarenador-desengrasador.....	33
Tabla 9. Parámetros y valores obtenidos para los biodiscos.....	34
Tabla 10. Parámetros y valores obtenidos para los motores de los biodiscos.	35
Tabla 11. Parámetros y valores obtenidos para el decantador secundario.....	36
Tabla 12. Potencia de iluminación en función de la superficie.....	40
Tabla 13. Potencia de las bombas.....	41
Tabla 14. Potencia de los equipos.....	41
Tabla 15. Estimación de la energía media consumida en la EDAR en un mes.	43
Tabla 16. Producción esperada.....	45
Tabla 21. Irradiación global horizontal e irradiación en el plano receptor.....	75
Tabla 22. Producción mensual y anual.....	76
Tabla 23. Emisiones evitadas.....	77



1. INTRODUCCIÓN

El agua es la sustancia fundamental de la vida en este planeta y en las economías modernas este recurso es esencial para la agricultura, la industria, la generación de electricidad y transporte. Cerca de la mitad de la población del mundo, que casi en su totalidad vive en los países en desarrollo, padece enfermedades a causa de la escasez o la contaminación de las aguas.

Los recursos acuíferos se contaminan cada día más por las emisiones de desechos industriales no tratados, o bien porque se los explota más allá de la capacidad de recuperación. También, cuando el agua es utilizada en los procesos de fabricación se contamina por el contacto con otras sustancias y en ocasiones es descargada en fuentes naturales como son lagos, ríos, arroyos, inclusive el suelo, afectando la calidad de la misma.

Hasta hace unas décadas, los vertidos producidos por los asentamientos de población y por la escasa industria existente, podían ser asimilados por el medio receptor, de forma que, gracias a los procesos de autodepuración natural, el agua recuperaba de nuevo unas condiciones aceptables.

El continuo incremento de las demandas de agua, la presión demográfica y la proliferación de desechos contaminantes presentes en el agua, tienen cada día mayor repercusión negativa en el medio ambiente, comprometen el equilibrio ecológico y ponen en peligro la propia subsistencia de los usos, actuales o previstos, de los recursos hídricos.

La creciente importancia del agua como recurso natural indispensable, irremplazable y altamente vulnerable, unida al creciente interés por la protección del medio ambiente en general, han motivado una concienciación de la necesidad de depurar aguas procedentes de usos tanto urbanos como industriales e incluso, más recientemente, de los efluentes de riego.

Es por ello es necesario ayudar a la naturaleza con la construcción de depuradoras que limiten los parámetros de contaminación vertidos, teniendo como objetivo alcanzar valores de los mismos inferiores a las exigencias para los distintos usos.

La energía es el signo del crecimiento del hombre como civilización. El motor de su desarrollo, pero es también la clave de su equilibrio con el entorno natural.

El consumo de energía, es en la actualidad es la principal fuente de emisiones de gases de efecto invernadero y de contaminantes acidificantes. Según la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) la emisión de estos últimos contaminantes se ha reducido de un modo significativo gracias a la adopción de combustibles más limpios y al tratamiento de los



gases de combustión. Pero mientras no disminuya el protagonismo de los combustibles fósiles en el mix energético, los gases de efecto invernadero que provocan el cambio climático parecen estar abocados a aumentar.

Por sus características de facilidad y rapidez de transporte, disponibilidad y adaptación prácticamente instantánea, la energía eléctrica se está imponiendo cada vez en mayor medida como vector energético en casi todos los ámbitos de la actividad humana.

Se necesita un nuevo enfoque sobre el uso que se hace de la energía. Lo que implica reducir el consumo energético, realizar un uso más eficiente de la misma, así como un incremento del uso de las energías renovables.

2. OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto recoge los estudios necesarios para dimensionar una EDAR (Estación Depuradora de Aguas Residuales), alimentada mediante una instalación solar fotovoltaica conectada a la red.

Se pretende tratar las aguas residuales urbanas con el objetivo de reducir la contaminación hasta límites muy pequeños que no lleguen a influir en el entorno. El fin es conseguir una instalación autosuficiente energéticamente consumiendo la energía eléctrica que genera. Este consumo de energía no será directo, la energía generada será vertida a la red y la que necesita consumir la estación será cogida de la red eléctrica, intentando generar más de lo que se consuma, para obtener con ello una retribución económica que ayude a la amortización de las instalaciones.

La planta está diseñada para tratar un total de 5000 m³ diarios, equivalente a las aguas residuales de 25000 habitantes.

Así mismo se pretende comprobar si el balance energético entre producción y consumo es positivo. Con este fin se emplearan las tecnologías con mayor eficiencia energética para los procesos de depuración.

Entre los objetivos marcados en este proyecto se establecen:

1. Estudio de la tecnología establecida como más viable en el objetivo propuesto inicialmente.
2. Dimensionamiento de una EDAR con una demanda energética reducida, con previsión del futuro desarrollo urbano y teniendo en cuenta las necesidades de calidad.
3. Diseño de las instalaciones fotovoltaicas capaces de satisfacer las necesidades energéticas de la planta.

3. ANTECEDENTES

El presente proyecto se realiza como Proyecto Fin de Carrera para la obtención del título de Ingeniero Técnico Industrial en la especialidad de Electricidad en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid emplazada en Leganés.

4. LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL MUNICIPIO Y SU TÉRMINO

La Estación Depuradora se ubicará en la parcela reservada a tal efecto, situada en las cercanías del núcleo urbano de Alpedrete perteneciente a la Comunidad Autónoma de Madrid en España.

Esta localidad está en el noroeste de Madrid, en el Valle del Guadarrama. Con una extensión de 12,64 km². Colinda con Collado Villalba, Collado Mediano, San Lorenzo de El Escorial, Moralarzal, Galapagar y Guadarrama. A 47 kilómetros del centro de Madrid.

Su ubicación se corresponde con las siguientes coordenadas:

Latitud: 40.660779°

Longitud: -4.063985°

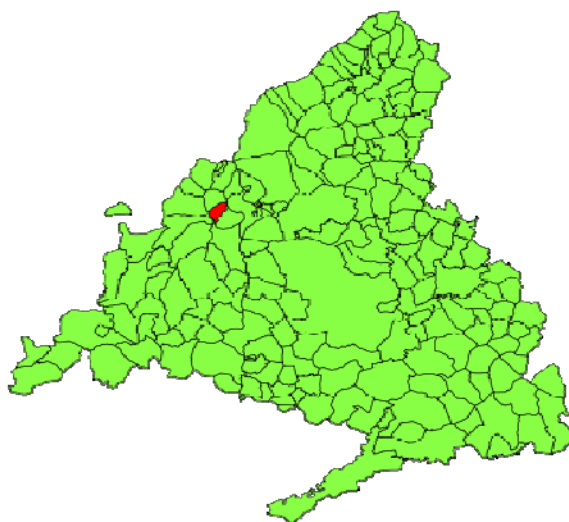


Figura 1: Situación geográfica.

5. OROGRAFÍA Y CLIMA

Principalmente llana pero rodeada de elevaciones importantes, dominando un ancho valle, en plena rampa de erosión del Sistema Central y sobre roquedos de predominio granítico. La altura media es de 919 metros sobre el nivel del mar.

Alpedrete es un término municipal de 1.286 hectáreas, de las cuales 43 están ocupadas por el Barrio de Los Negrales y 294 pertenecen a la ladera del monte Cabeza Mediana (El Cañal) quedando 999 hectáreas, aproximadamente el 74% del territorio municipal, entre las carreteras N-IV y N-601, donde se encuentra el centro urbano.

Clima continental, veranos frescos e inviernos con precipitaciones a menudo en forma de nieve. La temperatura media anual está entre 8 °C y 12 °C, la media mínima del mes más frío está entre -3 °C y 0 °C.

El clima está muy influido por la proximidad de las montañas. Esto conlleva un aumento de las precipitaciones y la aparición de nieve en la época invernal. Veranos frescos, con algunas tormentas, e inviernos no demasiados rigurosos.

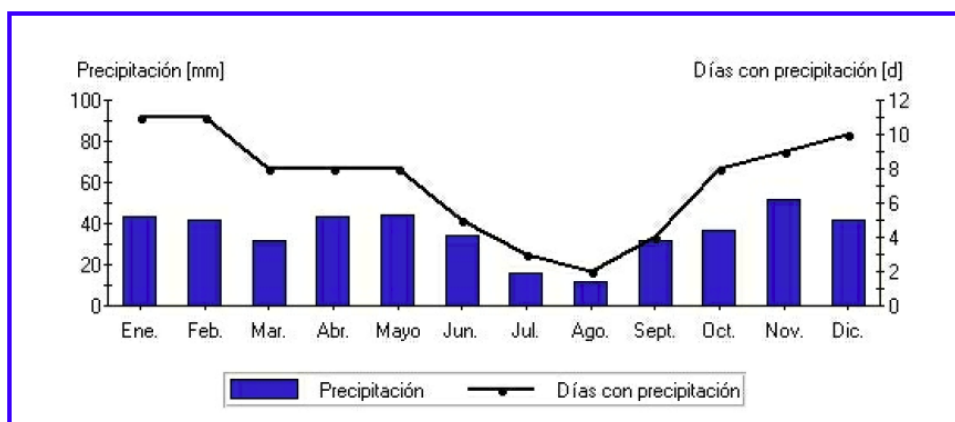


Figura 2: Precipitaciones en Alpedrete.

6. NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN APLICABLE

6.1 Normativa sobre aguas residuales

- DIRECTIVA 91/271/CEE de 21 de mayo de 1991, sobre el Tratamiento de las Aguas Residuales Urbanas, que tiene por objeto la recogida, el tratamiento y el vertido de las aguas residuales urbanas y el tratamiento y vertido de las aguas

residuales procedentes de determinados sectores industriales. La finalidad de esta Directiva es la de proteger al medio ambiente de los efectos negativos de los vertidos de las mencionadas aguas residuales.

- REAL DECRETO-LEY 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas, (BOE nº 312, 30-12-95). Se trata de la transposición de la Directiva 91/271/CEE y tiene por objeto complementar el título V de la Ley 29/1985 de Aguas, de 2 de agosto, y el título III de la Ley 22/1988 de Costas, de 28 de julio, con el fin de proteger la calidad de las aguas continentales y marítimas de los efectos negativos de los vertidos de las aguas residuales urbanas (art. 1).
- REAL DECRETO 509/1996 de 15/3/96, que desarrolla el REAL DECRETO-LEY 11/1995 por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas, (BOE nº 77, 29-3-96).
- Este R.D. completa la incorporación de la citada Directiva, desarrollando lo dispuesto en el R.D.-Ley, para lo cual fija los requisitos técnicos que deberán cumplir los sistemas colectores (art. 2), las instalaciones de tratamiento de las aguas residuales (art. 3), los requisitos de los vertidos procedentes de instalaciones secundarias (art. 5) o de aquellos que vayan a realizarse en zonas sensibles (art. 6) y regula el tratamiento previo de los vertidos de las aguas residuales industriales cuando éstos se realicen a sistemas colectores (art. 8) o a instalaciones de depuración de aguas residuales urbanas.
- Así mismo, se determinan los criterios que deberán tomarse en consideración para la declaración de las zonas sensibles y zonas menos sensibles (art. 7), que corresponderá efectuar bien a la Administración General del Estado o a las Comunidades autónomas.
- Por último, se establece que las Administraciones públicas, en el ámbito de sus respectivas competencias, deberán efectuar el seguimiento y los controles precisos para garantizar el cumplimiento de las obligaciones contempladas tanto en el R.D.-Ley como en este R.D. (art. 9) y se fijan los métodos de referencia para el seguimiento y evaluación de los resultados de dichos controles (anexo III).

6.2 Normativa sobre Sistemas Fotovoltaicos

- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica de régimen especial.
- Orden ITC/3860/2007 de 28 de diciembre, por el que se revisan las tarifas



eléctricas a partir del 1 de enero del 2008.

- Real Decreto RD842/2002 de 2 de agosto de 2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de B.T. (BOE 18 - 9 - 2002) y las instrucciones técnicas complementarias.
- Resolución del 31 de Mayo de 2001, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por el que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1663/2000 de 29 de septiembre sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Ley 54/1997 de 27 de noviembre del Sector Eléctrico
- Pliego de Condiciones Técnicas de IDAE para Instalaciones Fotovoltaicas Conectadas a Red.
- Normas Técnicas Particulares de Instalaciones de Enlace de Iberdrola sobre la construcción y montaje de acometidas, líneas repartidoras, instalaciones de contadores y derivaciones individuales, señalando en ellas las condiciones técnicas de carácter concreto que sean precisas para conseguir mayor homogeneidad en las redes de distribución.
- Norma UNE que sean de aplicación.

6.3 Otras normas

- Normativa Municipal, Provincial y Autonómica relativa a licencias y otras cuestiones que sean de aplicación.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre sobre disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en Obras de Construcción.
- Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales.



7. JUSTIFICACION DE LA SOLUCION ADOPTADA

Existe un grupo de sistemas de depuración cuyo funcionamiento se asemeja a los convencionales, mientras que los costes de explotación y mantenimiento se sitúan entre los de los sistemas de tecnología blanda y los convencionales, y por tanto son reducidos. Estos se denominan Tecnologías Convencionales de Bajo Coste. Entre estos sistemas se encuentran los Contactores Biológicos Rotativos.

Los distintos sistemas de los que se dispone en la actualidad son:

TRATAMIENTOS PRIMARIOS		Fosa séptica
		Tanque Imhoff
		Decantador-digestor
		Decantador Primario
TECNOLOGÍAS BLANDAS	Aplicación sub-superficial	Zanjas filtrantes
		Lechos filtrantes
		Pozos filtrantes
		Filtros intermitentes de arena
	Aplicación superficial	Filtro Verde
		Infiltración rápida
		Escorrentía superficial
	Lagunaje	Lagunas anaerobias
		Lagunas facultativas
		Lagunas aerobias
		Lagunas anaerobias modificadas
		Lagunaje artificial o aireado
	Otros	Lechos de turba
TECNOLOGÍAS CONVENCIONALES DE BAJO COSTE		Contactores biológicos rotativos
		Lechos biológicos
TRATAMIENTOS CONVENCIONALES	Fangos activos	Fangos activos
		Aireación prolongada
		Estabilización-contacto
		Canales de oxidación
TRATAMIENTO FÍSICO-QUÍMICO		Tratamiento físico-químico

Tabla 1. Diferentes tecnologías de depuración.



Los biodiscos como los filtros biológicos son un tratamiento de oxidación de materia orgánica mediante bacterias en el que las bacterias están fijas en un soporte en vez de en suspensión como en los lodos activos, el soporte es un disco giratorio en el que las bacterias permanecen parte del tiempo sumergidas y parte al aire. En esencia consiste en un conjunto de discos atravesados por un eje que gira lentamente de tal forma que el disco está siempre sumergido aproximadamente la mitad de su superficie.

Durante el tiempo que las bacterias permanecen sumergidas están captando materia orgánica disuelta para su asimilación y el resto del tiempo toman el oxígeno necesario para su respiración. Los discos se acoplan en el eje lo suficientemente juntos para suministrar la máxima superficie posible sin que se impida la entrada de agua y aire entre ellos.

Ventajas frente a otras tecnologías:

- Menor consumo de energía. Los costos de operación y mantenimiento son muy bajos, ya que es muy poca la energía eléctrica que se necesita para hacer girar los discos.
- No es necesario recircular fangos del decantador secundario a la zona biológica, al ser suficiente la concentración de biomasa bacteriana que se haya adherida al soporte.
- Mejor comportamiento ante la presencia de tóxicos, pues la flora bacteriana no permanece inmersa en el agua de forma continuada, sino que una gran parte del tiempo se encuentra en contacto con el aire en condiciones de recuperarse.
- No precisa de un control de oxígeno disuelto ni de sólidos en suspensión en el reactor biológico. Todo ello hace que la explotación sea más simple.
- Facilidad de construcción gradual. Se puede efectuar la gradual ampliación del mismo en función de las necesidades de depuración.
- No se forman aerosoles, con lo que se evita la inhalación de microgotas de agua por los operarios.
- Bajo nivel de ruidos por la escasa potencia instalada.
- Gran la capacidad de asimilar las puntas de caudal y la carga contaminante, así como la posible presencia de carga tóxica esporádica.
- Al estar generalmente ubicadas las unidades de CBR en recintos cubiertos, se mantiene una temperatura más elevada del agua a depurar, con lo que se mejora el rendimiento en periodos fríos.
- Son muy pocos los lodos que se generan y tienen una alta sedimentabilidad y



filtrabilidad.

- Poca pérdida de carga hidráulica.
- No necesita recirculación del efluente secundario

Inconvenientes:

- Los costes de instalación son elevados.
- Averías de los discos, ejes impulsores, motores, etc.
- Equipos específicos sujetos a patentes.
- La necesidad de cubrir los C.B.R. para protegerlos de las inclemencias del tiempo.

Después del estudio de todas las alternativas teniendo en cuenta diferentes factores, se llegó a la conclusión de que la depuración por Contactores Biológicos Rotativos es la mejor solución.

8. BASES DE PARTIDA Y RESULTADOS A OBTENER

En este apartado se presentan los parámetros necesarios para llevar a cabo el dimensionamiento de la EDAR, de tal forma que garantice un funcionamiento correcto cumpliendo con los objetivos de depuración.

8.1 Estimación de consumo de agua

El municipio de Alpedrete cuenta según los datos del último padrón con 13.163 habitantes. Según el informe del Canal de Isabel II al Avance del Plan General de Ordenación Urbana (PGOU), los desarrollos urbanísticos previstos implican, entre otras cosas, triplicar las necesidades de agua del municipio.

Teniendo en cuenta este futuro incremento de la población se va a dimensionar la EDAR para una población de 25.000 Habitantes-equivalentes.

Tomando una dotación de 200 litros por habitante equivalente y día, se obtiene un caudal de diseño de 5.000 m³/día.



8.2 Características del agua de entrada

Se han marcado unos valores de contaminación para el afluente a la EDAR típicos de aguas residuales urbanas, y por tanto estos valores serán las condiciones que tendrán que cumplir las aguas que lleguen a la EDAR.

CONTAMINANTE	CONCENTRACIÓN
Concentración de SS en la entrada a la planta (mg/l)	450
Concentración de DBO en la entrada a la planta (mg/l)	300
Kilos de sólidos en suspensión que entran por día	2250
Kilos de DBO que entran por día	1500

Tabla 2. Concentración de contaminantes a la entrada de la EDAR.

8.3 Resultados a obtener en el agua tratada.

A efectos de agua depurada y cumpliendo la directiva europea CEE 1991/271 los valores a obtener para los diferentes parámetros después del tratamiento son:

CONTAMINANTE	CONCENTRACIÓN
Concentración de SS en la salida a la planta (mg/l)	25
Concentración de DBO en la salida a la planta (mg/l)	25
Rendimiento de eliminación de sólidos en suspensión (%)	94
Rendimiento de eliminación de DBO (%)	92

Tabla 3. Concentración de contaminantes a la salida de la EDAR.

Dado que el medio receptor de las aguas residuales tratadas es el río Guadarrama, y que en diferentes tramos el Ministerio de Medio Ambiente lo cataloga como zona sensible, será necesario alcanzar valores estrictos para los nutrientes capaces de eutrofizar el medio receptor.



9. DESCRIPCION GENERAL DE LA EDAR

En este apartado se lleva a cabo la descripción de las diferentes instalaciones y equipos que componen la EDAR, acompañándolos de una breve explicación inicial que permite comprender el funcionamiento de los mismos.

El dimensionamiento de las instalaciones y la elección de los equipos se han efectuado a partir de los cálculos mostrados en el apartado 10.

Se dispondrá de dos líneas en paralelo donde las operaciones y procesos unitarios son los siguientes:

- Arqueta de entrada y by-pass
- Tanque de tormentas
- Pozo de gruesos
- Bombeo de entrada
- Desbaste
- Tamices
- Desarenado desengrasado
- Arqueta de reparto y medida de caudal
- Tratamiento biológico: Biodiscos
- Decantador secundario
- Medida de caudal de agua tratada

La EDAR está dimensionada para tratar un caudal diario de 5000 m^3 al día en condiciones de funcionamiento normal. Trabajando a un caudal de diseño de 208 m^3 a la hora.

Las instalaciones tendrán un margen de seguridad del 44 % pudiendo afrontar un caudal máximo de $300 \text{ m}^3/\text{h}$. Por otro lado el tanque de tormentas nos permite afrontar caudales de hasta $625 \text{ m}^3/\text{h}$ durante un máximo de 5h.

Se presenta a continuación un esquema general de la planta para ilustrar la línea de agua.

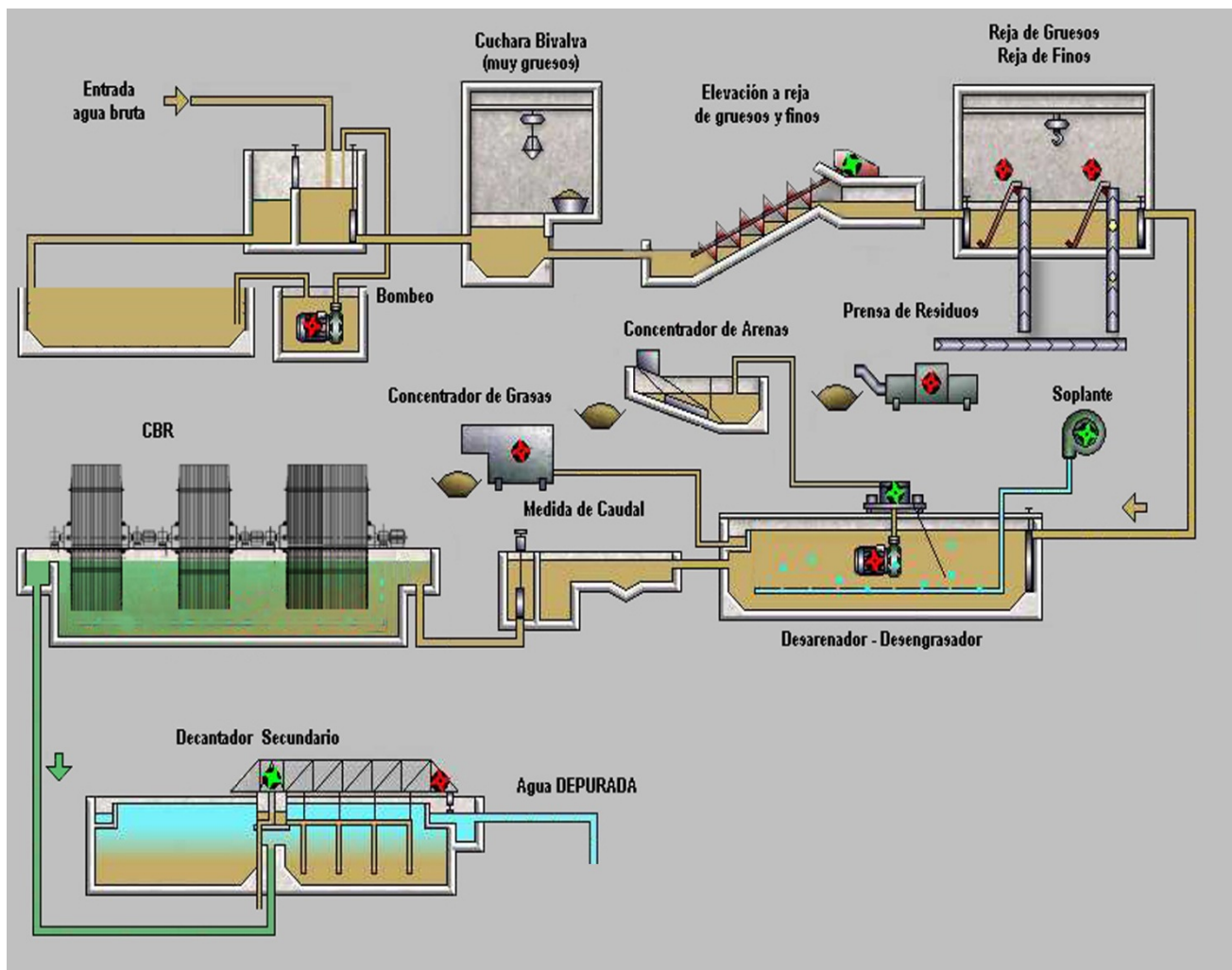


Figura 3. Esquema general de la EDAR.

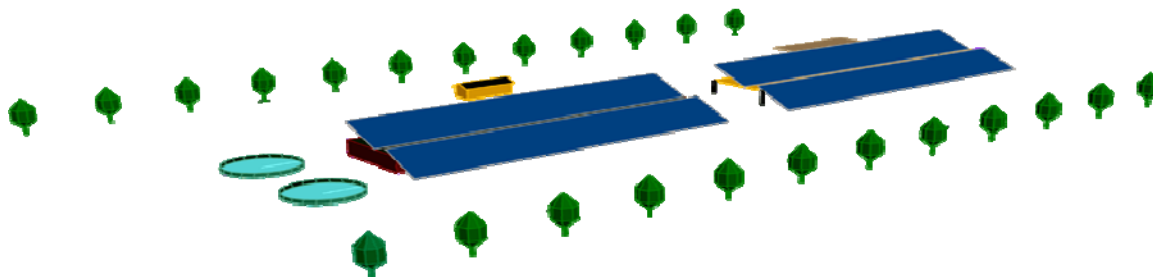


Figura 4. Simulación 3D de la EDAR.



9.1 Llegada de agua bruta

9.1.1 Arqueta de entrada

El colector de llegada de agua bruta se conduce a una arqueta de llegada y derivación general. Dicha arqueta dispone de dos compuertas. Una de ellas comunica con el pozo de gruesos. La otra compuerta está situada en uno de los lados de la arqueta y sirve para realizar el By-pass general de la planta.

Adosado a la arqueta de entrada existe un rebosadero que comunica con el tanque de tormentas, el cual entraría en carga si el nivel de agua alcanzase una determinada cota por cierre de compuerta, avería de equipos o llegada de caudales superiores a la capacidad de la planta.

9.1.2 Pozo de gruesos

Consiste en una balsa de planta cuadrada con tiempo de residencia muy corto para evitar la sedimentación de materia orgánica y sólidos pequeños. La salida del pozo incorpora una reja muy gruesa compuesta de vigas verticales tipo raíl ferroviario y separaciones de 20 cm.

La misión del pozo de gruesos es múltiple: Eliminar de la corriente los sólidos de gran tamaño que originan problemas incluso en las rejillas de gruesos, eliminar grandes cantidades de arena que puedan depositarse en los canales y tuberías, crear problemas en las rejillas o sobrecargar el desarenador.

Características principales:

- Superficie: $2 \times 1,8 = 3,6 \text{ m}^2$.
- Volumen: $3,6 \text{ m}^2 \times 2,5 \text{ m.} = 9 \text{ m}^3$

El espesor de las paredes del pozo es de 0,25 m en hormigón H-250 y acero corrugado AEH – 400N. Con una chapa de acero al carbono de 10 mm recubriendo el fondo para evitar que sea dañado en la recogida de los residuos.

La cuchara bivalva tiene una capacidad de 100 Kg y esta accionada por un puente de una potencia de 1,1 Kw.

Las compuertas de entrada y salida son de tipo canal abierto de accionamiento manual.



9.1.3 Tanque de tormentas

La función del tanque de tormentas es almacenar la fracción inicial del caudal que llega hasta la E.D.A.R. en episodios lluviosos (aprox. 20-30 minutos) para después ir añadiéndola al proceso Biológico de forma progresiva sin que afecte el funcionamiento normal del mismo.

El tanque de tormentas está formado por un depósito enterrado, el sistema de bombeo y los medidores de nivel.

Esta construido en hormigón armado, los muros son de 30 cm de espesor y las soleras de 40 cm. consta de dos partes bien diferenciadas, el compartimento de distribución y el de almacenamiento.

El primero es de forma trapezoidal y se encuentra comunicado con el aliviadero de la arqueta de entrada. Este a su vez cuenta con un rebosadero por el cual en caso necesario sale el exceso de agua al canal de desagüe que comunica con el by-pass general de la planta.

El compartimento de almacenamiento se encuentra dividido en dos cámaras de forma rectangular diseñadas para que funcionen de forma independiente, ambas con unas dimensiones de 21,5 m x 12,4m con 3 m de profundidad, lo que nos da un volumen útil aproximado de 1600 m³.

Para el sistema de bombeo se dispone de una bomba centrifuga sumergible de 8,5 Kw. capaces de impulsar un caudal 144 m³/h, a una altura manométrica de 9 m.

9.1.4 Bombeo de agua bruta

Se disponen tres bombas sumergibles (una de reserva) de 8,5 Kw de potencia cada una, capaces de elevar 180 m³/h cada una a una altura de 6,00 m. Se prevé un variador de frecuencia para poder actuar sobre las mismas. Pueden funcionar dos bombas quedando una de reserva activa.

Se dispondrá de un caudalímetro electromagnético en las tuberías de impulsión de las bombas del pozo de elevación.



9.2 Pretratamiento

El pretratamiento incluye un conjunto de operaciones físicas y mecánicas destinadas a apartar de las instalaciones siguientes aquellos objetos y sustancias que, por su tamaño, densidad o características, pudieran ocasionar trastornos o daños de difícil y costosa reparación.

Con este criterio, se ha incluido un desbaste de sólidos gruesos, un tamizado, mediante tamices rotativos, un desarenador-desengrasador en canal con preaireación, separación y extracción de arenas y grasas.

9.2.1 Desbaste

El desbaste mediante rejas es uno de los tratamientos más antiguos que se han realizado en el agua residual y su fin es proteger los equipos situados aguas abajo de daños y problemas debidos a sólidos de gran tamaño.

El proceso de desbaste de sólidos gruesos está formado por dos canales de 0,30 m de anchura, 1 m de profundidad dotados con dos rejas de gruesos automáticas de 25 mm de luz libre entre pletinas y ancho de las mismas de 10 mm. Los residuos sólidos vierten a una cinta transportadora la cual descarga en un contenedor de 800 l.

Se dispondrá de compuertas de canal aguas arriba y debajo de cada reja, de modo que sea posible dejar la unidad en seco para llevar a cabo labores de mantenimiento.

Las características técnicas y dimensiones de la reja a cadena marca ESTRUAGUA se pueden consultar en el anexo de equipos empleados.

9.2.2 Tamices

Los tamices son un sistema más para la separación de sólidos en suspensión del agua a tratar. Consiste en una filtración sobre soporte delgado, pueden sustituir con ventaja a los decantadores, generalmente cuando los sólidos a separar no son muy finos y tienen la consistencia suficiente para no disgregarse.

El tamizado consta de dos canales funcionales con tamices rotativos FILTRAROTOR de limpieza automática, con una distancia entre barras (Luz) de 1,5 mm, cuyas características están disponibles en el anexo de equipos.



9.2.3 Desodorización

Se dispondrá de un sistema de desodorización en el edificio de pretratamiento compuesto por dos torres de carbón activo y dos extractores de aire viciado.

9.2.4 Desarenado desengrasado

El desarenado tiene por objeto eliminar las materias pesadas de granulometría superior a 200 micras, con el fin de evitar que se produzcan sedimentos en los canales y conducciones, para proteger los aparatos contra la abrasión, y para evitar sobrecargas en las fases de tratamiento siguientes.

El objetivo de la operación de desengrasado es eliminar las grasas, aceites, espumas y demás materias flotantes más ligeras que el agua, que de otra forma podrían distorsionar los procesos de tratamiento posteriores. Se realiza mediante insuflación de aire, para desemulsionar las grasas y conseguir una mejor flotación de estas.

Las dos operaciones se realizan de forma combinada, de forma que el desengrasado se lleva a cabo en el mismo recinto del desarenador aireado. Este tiene un diseño trapezoidal, con un canal en el fondo donde se acumulan las arenas. Unas pantallas deflectoras longitudinales separan la zona de aireación de la zona tranquila. En la zona de aireación el agua sigue un flujo helicoidal controlado por los difusores de aire. En la zona tranquila las grasas salen a la superficie después de desemulsionar, de donde son barridas. Para la extracción de las arenas se emplean bombas especiales incorporadas a un puente de instalación automática. La succión de la arena es continua a medida que avanza el puente.

La extracción y bombeo de las arenas eliminadas del proceso, se ha diseñado a partir de unas producciones estimadas de 0,02 metros cúbicos de arena por 1000 metros cúbicos de agua residual, lo que supone una carga diaria de 0,01 m³ de arena seca. Para la extracción de las arenas se dispondrá de dos bombas centrífugas de eje vertical sobre puente viajante con caudal de 13 m³/h y 0,55 Kw, que transfieren el caudal a un canal arenero lateral.

Posteriormente, el conjunto agua-arena retirado es enviado a un clasificador-lavador de arenas FILTRAMASSA modelo CT 15/15 de tipo tornillo sin-fín, de 15 m³/h de capacidad, que garantiza la retirada de arena con el menor grado de humedad posible. Finalmente, la arena se destina a un contenedor de almacenamiento de arenas de 1.100 l.

La separación de grasas y flotantes se realiza mediante un sistema de arrastre para la extracción y separación de flotantes (barredera superficial del puente móvil) en el

desarenador-desengrasador. La mezcla grasas-agua se recoge en una caja de grasas y, a continuación, estas grasas se separan y concentran mediante un equipo concentrador - desnatador ESTRUAGUA modelo CD-015.c de 15 m³/h de capacidad, que reduce la humedad de las grasas y su volumen. De modo análogo a las arenas, las grasas y flotantes se envían a un contenedor para su recogida.

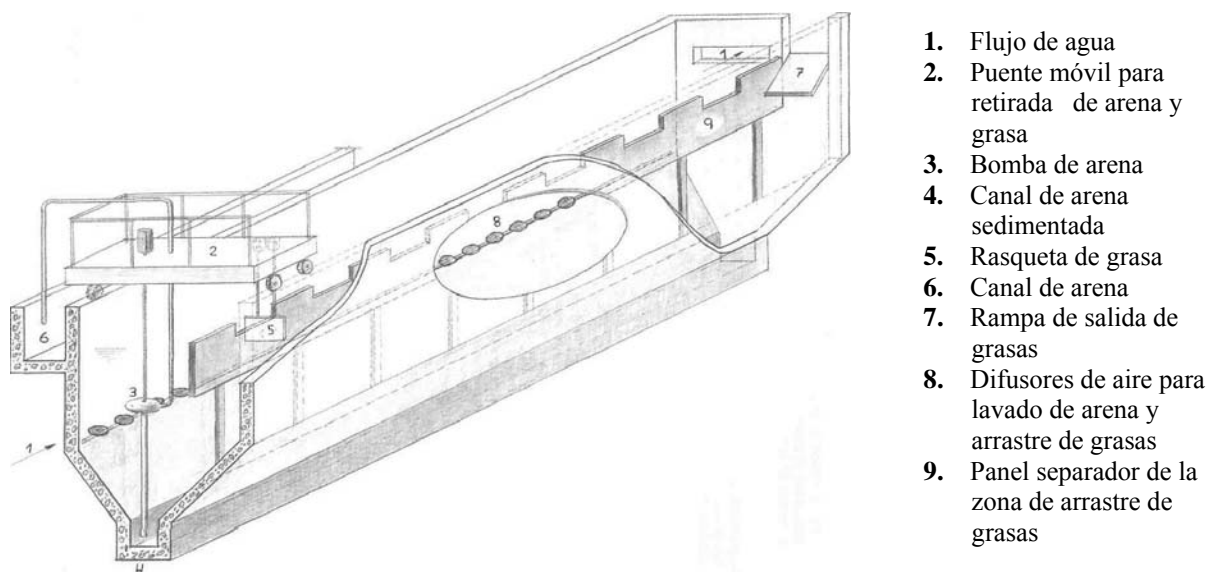


Figura 4. Desarenador-Desengrasador aireado

La aireación del desarenador se ha resuelto fijando un caudal específico de aire de 7,5 m³/h·m². La aportación de aire a los difusores se realiza mediante dos 2 soplantes (una en servicio y otra en reserva), MAPNER modelo SEM 2 DN 50 capaces de suministrar los 240 m³/h de aire a una altura manométrica de 3 m.

La distribución del aire se realiza por medio de 42 difusores de burbuja gruesa, con caudal unitario de 5.7 m³/h.

El agua sobrante en el proceso de clasificación de arenas y separación de grasas se dirige a la red de vaciados para ser bombeada de nuevo al desarenador.

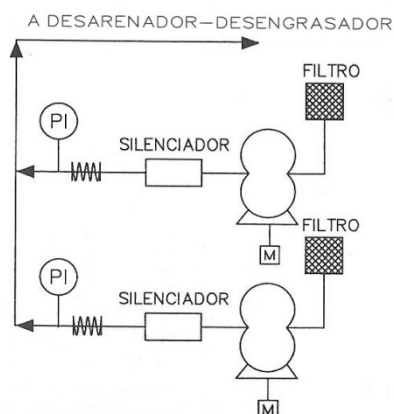


Figura 5. Sistema de Soplates Desarenador-Desengrasador

Los canales desarenadores finalizan con un vertedero en cada canal que comunica con el tanque de regulación.

9.3. Tratamiento secundario

9.3.1 Tanque de regulación

El tanque de regulación es un depósito que tienen por objeto laminar el caudal de entrada a los Biodiscos con tal de que el tratamiento biológico funcione en condiciones constantes de caudal y carga contaminante.

Dispone de un medidor de caudal tipo Parshall de ultrasonidos para efectuar las medidas y poder regular la carga hidráulica.

9.3.2 Tratamiento biológico: Biodiscos

Los biodiscos, también llamados contactores biológicos rotativos, se recubren de una película biológica, que en la fase en que están sumergidos en el agua residual consumen materia orgánica. En la fase en que el instrumento ha rotado y está fuera del agua residual, la zooglea arrastra una capa de aquella que escurre por las superficies, y va absorbiendo oxígeno.

Así pues, la zooglea presente consume oxígeno y materia orgánica para desarrollarse, reduciendo así la demanda de oxígeno del agua residual. El agua residual tratada contiene por una parte productos metabólicos procedentes de los procesos de degradación y por otra el exceso de sólidos sintetizados en la instalación.

Se han elegido biodiscos del tipo ECODISC, de 3 m de diámetro, fabricados en gajos. Con las siguientes características:

- Discos pead termoconformados
- Eje acero st-52 calculado a fatiga
- Manguetas eje acero inoxidable
- Estructura radial galvanizada
- Barras soporte AISI 304
- Rodamientos y reductores calculados a vida infinita

El conjunto se compone de dos líneas paralelas con tres fases por línea que se disponen en dos tanques de hormigón armado H-250 y acero corrugado AEH - 400N, cuyas dimensiones interiores son: 3,6 m de ancho, 42 m de largo y 1.8 m de altura. Siendo el espesor de paredes 0,30 m y el de solera 0,35 m.

El conjunto está accionado por 6 motorreductores de 8 cv para los de la 1ª etapa y 5 cv para los de la 2ª y 3ª.

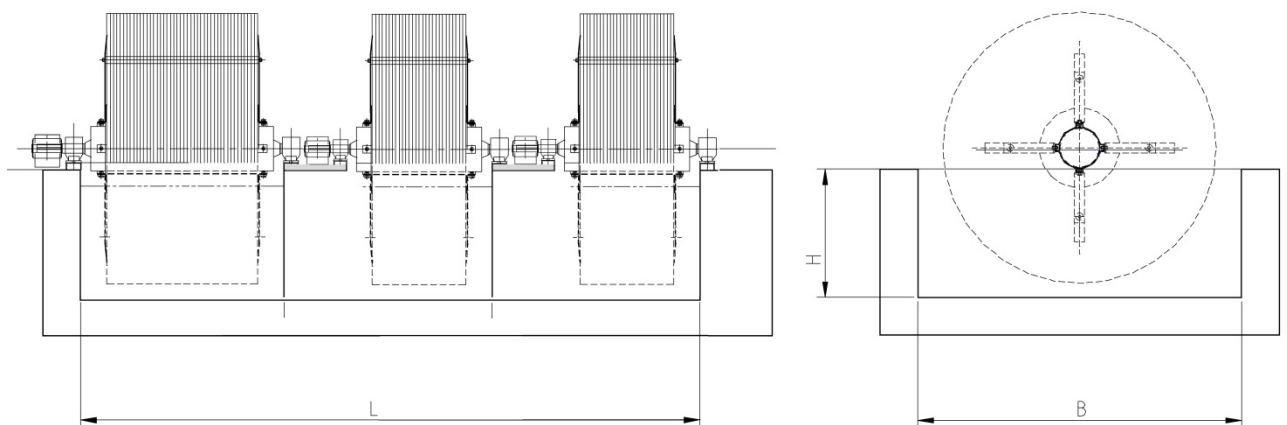


Figura 6. Sistema de biodiscos

9.3.3 Decantador secundario

La clarificación o decantación secundaria se utiliza para separar el agua tratada de los fangos activados. Consiste en retener el agua en una balsa para que decanten la mayoría de los sólidos decantables y separarlos en forma de fango. También se separan sólidos poco densos y aceites en la superficie del decantador.

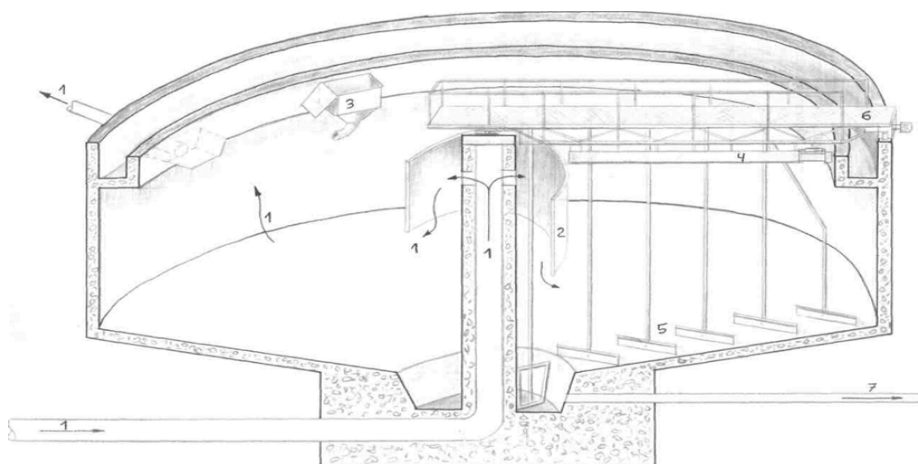


Figura 7. Decantador secundario.

- 1- Flujo de agua a través del decantador
- 2- Campana tranquilizadora
- 3- Caja de recogida de flotantes
- 4- Rasqueta de arrastre de flotantes
- 5- Rasquetas de arrastre de fangos
- 6- Puente giratorio
- 7- Tubería de salida de fangos

Se dispondrá de dos decantadores circulares, con rasquetas giratorias, de 12,9 m de diámetro y un volumen útil unitario de 520,8 m³.

Se propone un calado sobre vertedero de 4,0 m, lo cual se traduce en un calado máximo, sin considerar la zona de poceta, para una pendiente de fondo de 12 H: 1 V, de 4,7 m.

El sistema de extracción de fangos será por arrastre mediante rasquetas soportadas por un puente giratorio, irán provistas de labios de goma sintética y arrastrarán los fangos hasta un pozo central.



El puente se encuentra apoyado por una parte en el pilar central, estando dicho apoyo articulado, y por la otra en la parte superior de la pared del decantador, por dos ruedas de goma maciza de neopreno, siendo una de ellas la motriz.

El accionamiento de la rueda motriz y por tanto del movimiento del puente, se consigue por medio de un reductor combinado accionado por un motor eléctrico de 0,45 kw.

El decantador estará equipado con un sistema de recogida de espumas y flotantes.

Para recirculación de los fangos se dispondrá de 3 bombas (1 en reserva) de 4Kw. capaces de impulsar un caudal $70 \text{ m}^3/\text{h}$, a una altura manométrica de 4 m.



CÁLCULOS DE DIMENSIONAMIENTO DE LA EDAR



10. CALCULOS DE DIMENSIONAMIENTO DE LA EDAR

Los resultados obtenidos en este apartado han sido obtenidos mediante el método de cálculo que Ricardo Isla de Juana nos propone en su libro PROYECTOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS.

La elección de los parámetros de diseño se ha efectuado teniendo en cuenta el rango usual y el valor recomendado por el autor. En las tablas que vienen a continuación se muestra los parámetros de entrada y los resultados obtenidos del Cálculo.

En el Anexo 4 se pueden consultar las formulas a partir de las cuales se han obtenido dichos resultados.

10.1 Parámetros de partida

PARAMETROS DE PARTIDA	VALORES
Población (habitantes-equivalentes)	25000
Dotación (litros por habitante equivalente y día)	200
Concentración de SS en la entrada a la planta (mg/l)	450
Concentración de DBO en la entrada a la planta (mg/l)	300
Concentración de SS en la salida a la planta (mg/l)	25
Concentración de DBO en la salida a la planta (mg/l)	25
Relación caudal máximo a caudal de diseño	1,44
PARAMETROS DE SALIDA	RESULTADOS
Caudal diario (m ³ /d)	5000
Caudal de diseño (m ³ /h)	208,33
Caudal máximo (m ³ /h)	300
Kilos de sólidos en suspensión que entran por día	2250
Kilos de DBO que entran por día	1500
Sólidos en suspensión por habitante y día (gr/hab·día)	90
DBO por habitante y día (gr/hab·día)	60
Rendimiento de eliminación de sólidos en suspensión (%)	94
Rendimiento de eliminación de DBO (%)	92

Tabla 4. Parámetros y valores obtenidos como parámetros de partida.



10.2 Pozo de Gruesos

PARAMETROS DE PARTIDA	VALORES
Caudal de diseño (m^3/h)	208,33
Caudal máximo (m^3/h)	300
Tiempo medio de residencia a caudal de diseño (minutos)	2,5
Velocidad ascensional a caudal de diseño (m^3/m^2 minuto)	1
Relación longitud/anchura del pozo	1,2
Metros cúbicos de arena y residuos por 1000m^2 de agua residual a caudal de diseño	1
Metros cúbicos de arena y residuos por 1000m^2 de agua residual con tormenta	3
PARAMETROS DE SALIDA	RESULTADOS
Volumen útil (m^3)	8,68
Superficie (m^2)	3,47
Profundidad útil (m)	2,5
Longitud (m)	2,04
Anchura (m)	1,7
Tiempo medio de residencia a caudal máximo (minutos)	1,74
Velocidad ascensional a caudal máximo (m^3/m^2 minuto)	1,44
Producción normal de arena y residuos secos (m^3/d)	5
Producción normal de arena y residuos secos (m^3/d)	0,9

Tabla 5. Parámetros y valores obtenidos para el pozo de gruesos.

Tiempo medio de residencia a caudal de diseño: Tiempo medio que permanecerá el agua residual en la balsa cuando el caudal tratado coincide con el caudal de diseño.

Rango usual para este parámetro 1 a 4

Velocidad ascensional a caudal de diseño: Velocidad media a la que asciende el agua por una superficie igual a la de la balsa cuando el caudal tratado coincide con el caudal de diseño.

Rango usual para este parámetro 0.5 a 3



10.3 Rejas de desbaste

PARAMETROS DE PARTIDA	VALORES
Caudal de diseño (m^3/h)	208,33
Caudal máximo (m^3/h)	300
Caudal mínimo (m^3/h)	100
Velocidad de paso entre barrotes a caudal de diseño con reja sucia (m/s)	1
Número de líneas de desbaste	2
Espesor de los barrotes (mm)	10
Distancia entre barrotes (Luz) (mm)	25
Resguardo del canal (m)	0,3
Angulo de inclinación de los barrotes (grados)	60
Máxima colmatación entre dos limpiezas (%)	30
Relación profundidad útil/anchura del canal	1
Metros cúbicos de residuos por 1000 m^3 de agua residual a caudal de diseño	0,01
Metros cúbicos de residuos por 1000 m^3 de agua residual con tormenta	0,2
PARAMETROS DE SALIDA	RESULTADOS
Caudal de diseño por línea (m^3/h)	104,16
Caudal máximo por línea (m^3/h)	150
Superficie útil del canal (m^2)	0,05
Velocidad de paso entre barrotes a caudal de diseño con reja limpia (m/s)	0,7
Velocidad de paso entre barrotes a caudal máximo con reja limpia (m/s)	1,01
Velocidad de paso entre barrotes a caudal máx. con reja colmatada (m/s)	1,44
Velocidad de aproximación por el canal a caudal de diseño (m/s)	0,58
Velocidad de aproximación por el canal a caudal mínimo (m/s)	0,3
Anchura del canal (m)	0,22
Profundidad útil del canal (m)	0,23
Profundidad total del canal (m)	0,53
Producción normal de residuos ($\text{m}^3/\text{día}$)	0,05
Producción máxima de residuos con tormenta (m^3/h)	0,06

Tabla 6. Parámetros y valores obtenidos para las rejas de desbaste.

Resguardo del canal: Altura libre desde la lámina de agua hasta la coronación del muro.

Rango usual para este parámetro 0.3 a 0.6

Valor recomendado para este parámetro 0.3



10.4 Tamiz rotativo

PARAMETROS DE PARTIDA	VALORES
Caudal de diseño (m^3/h)	208,33
Número de líneas	2
Sólidos en suspensión en el agua a tratar (mg/L)	500
Eliminación de sólidos en suspensión (%)	15
Distancia entre barras (Luz del tamiz) (mm)	1,5
Diámetro del tambor filtrante (m)	0,63
PARAMETROS DE SALIDA	RESULTADOS
Caudal de diseño por línea (m^3/h)	104,165
Carga hidráulica a caudal máximo (m^3/m^2 de tambor, h)	168,4
Longitud del tambor filtrante (m)	0,44
Superficie del tambor filtrante (m^2)	0,87
Diámetro del tambor filtrante (m)	0,63
Potencia mínima del motor del tamiz (Kw)	0,55
Superficie en planta aproximada ocupada por un tamiz (m^2)	1,2
Peso aproximado del tamiz en vacío (kg)	238
Peso aproximado del tamiz funcionando (kg)	379,88
Caudal de agua de lavado total a 4 kg/cm^2 (m^3/h)	4,17
Potencia mínima de la bomba de lavado (Kw)	0,91
Producción de fangos en tamices (kg/d de sólidos)	374,994
Carga hidráulica a caudal de diseño (m^3/m^2 de tambor, h)	119,73

Tabla 7. Parámetros y valores obtenidos para el tamiz rotativo.

Superficie en planta aproximada ocupada por un tamiz: Superficie ocupada sin zonas de acceso o mantenimiento, las dimensiones reales dependen de cada fabricante.

Caudal de agua de lavado total a 4 kg/cm^2 : Caudal continuo de agua preciso para el lavado simultáneo del número de tamices especificado en "Número de líneas", la presión de lavado se confirmará por el fabricante.



10.5 Desarenador-Desengrasador

PARAMETROS DE PARTIDA	VALORES
Caudal de diseño (m^3/h)	208,33
Caudal máximo (m^3/h)	300,00
Velocidad ascensional a caudal de diseño ($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)	6,25
Velocidad de paso a caudal de diseño ($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)	20,00
Tiempo medio de residencia a caudal de diseño (minutos]	29,00
Número de líneas	2,00
Metros cúbicos de aire por metro cuadrado de superficie y hora	7,50
Metros cúbicos de arena por 1000 metros cúbicos de agua residual a caudal diseño	0,02
Metros cúbicos de arena por 1000 metros cúbicos de agua residual con tormenta	2,00
PARAMETROS DE SALIDA	RESULTADOS
Caudal de diseño por línea (m^3/h)	104,17
Caudal máximo por línea (m^3/h)	150,00
Superficie horizontal desarenador (m^2)	16,00
Sección transversal desarenado (m^2)	4,80
volumen útil unitario (m^3)	63,00
Longitud (m)	9,67
Profundidad útil (m)	3,02
Anchura zona desarenado (m)	1,66
Anchura zona desengrasado (m)	1,00
Velocidad ascensional a caudal máximo ($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)	25,00
Velocidad de paso a caudal máximo ($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)	80,00
Tiempo medio de residencia a caudal máximo (minutos)	0,77
Caudal total de aire necesario (m^3/h)	250,00
Producción normal de arena seca ($\text{m}^3/\text{día}$)	0,05
Producción máxima de arena seca con tormenta (m^3/h)	0,80

Tabla 8. Parámetros y valores obtenidos para el desarenador-desengrasador.

Velocidad de paso a caudal de diseño: Velocidad media a la que circularía el agua por una superficie igual a la sección transversal del desarenador cuando el caudal tratado coincide con el caudal de diseño.



10.6 Biodiscos

PARAMETROS DE PARTIDA	VALORES
Caudal de diseño (m^3/h)	208,33
Número de líneas	2
Concentración de DBO soluble en entrada biológico (mg/l)	300
Concentración de DBO soluble en salida biológico (mg/l)	30
Factor de corrección por temperatura	1
F	22,85
Factor de seguridad	1,2
Diámetro de los biodiscos (m)	3
Superficie específica bruta de los biodiscos (m^2/m^3)	180
Sugerencia de los biodiscos (%)	40
Concentración de SS en entrada biológico (mg/l)	382,5
Velocidad ascensional decantador secundario ($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)	0,8
Factor de producción de fangos	0,57
PARAMETROS DE SALIDA	RESULTADOS
Caudal de diseño por línea (m^3/h)	104,16
Rendimiento esperado de DBO (%)	90
Kilos de DBO soluble alimentados por línea y día	750
Kilos de DBO soluble alimentados por día	1500
Superficie de biodiscos por línea (m^2)	53290
Superficie de biodiscos total (m^2)	106580
Volumen de biodiscos por línea (m^3)	296
Volumen de biodiscos total (m^3)	592
Carga superficial ($\text{gr DBOsol}/\text{dxm}^2$)	14
Superficie mínima 1ª etapa por línea (m^2)	23991,94
Volumen útil mínimo recomendado de balsa por línea (m^3)	177,64
Longitud de biodiscos por línea (m)	42
Concentración de sólidos en suspensión en salida de biodiscos (mg/l) (antes de decantación)	536
Producción de fangos biológicos (Kg/d)	2606

Tabla 9. Parámetros y valores obtenidos para los biodiscos.

**Motor y estimación de DBO soluble**

PARAMETROS DE PARTIDA	VALORES
Superficie de biodiscos en eje de la 1ª etapa (m ²)	24000
Superficie de biodiscos en eje de la 2ª etapa (m ²)	14645,09
Superficie de biodiscos en eje de la 3ª etapa (m ²)	14645,09
Revoluciones por minuto del biodisco (rpm)	1,8
Viscosidad del agua en la balsa de biodiscos (cp)	1,1
Concentración de DBO en entrada al biológico (mg/l)	300
Relación DBO suspendida/sólidos en suspensión	0,6
PARAMETROS DE SALIDA	RESULTADO
Potencia absorbida estimada en la 1ª etapa (Kw)	6,39
Potencia mínima recomendada para el motor de la 1ª etapa (Kw)	7,67
Potencia absorbida estimada en la 2ª etapa (Kw)	3,9
Potencia mínima recomendada para el motor de la 2ª etapa (Kw)	4,68
Potencia absorbida estimada en la 3ª etapa (Kw)	3,9
Potencia mínima recomendada para el motor de la 2ª etapa (Kw)	4,68
Velocidad periférica de los biodiscos (m/min)	360499
Concentración estimada de DBO soluble en influente (mg/l)	70,5

Tabla 10. Parámetros y valores obtenidos para los motores de los biodiscos.

Concentración de DBO soluble en entrada / salida al biológico: Concentración de DBO no contenida en los sólidos en suspensión y por lo tanto disuelta.

Factor de corrección por temperatura del agua: Cuando la temperatura es menor de 13 grados centígrados se aplica un factor de corrección que aumenta la superficie de los biodiscos por el efecto debido a las bajas temperaturas. Dicho factor tiene un valor que se puede calcular de modo aproximado mediante la siguiente fórmula: $1,81 - 0,065 \cdot T_a$. Para temperaturas iguales o mayores de 13°C el factor tomaría el valor 1.

Al encontrarse la instalación de los CBR protegido bajo cubierta en uno de los edificios, la temperatura difícilmente caerá por debajo de los 13°C.

F: Factor de corrección del cálculo de los biodiscos en función de la concentración de DBO soluble en el influente. Se puede estimar de modo aproximado mediante la fórmula que se indica a continuación: $-11,16 + 5,962 \cdot \ln(\text{DBO soluble en influente})$ Expresada la BDO en mg/l.



Factor de seguridad: Factor de mayoración de la superficie calculada.

Rango usual para este parámetro 1.1 a 1.5

Superficie específica bruta de los biodiscos: Metros cuadrados de superficie útil para biomasa por metro cúbico de volumen bruto del conjunto de discos sobre un eje, en este volumen se incluyen el propio eje y las separaciones entre los biodiscos.

Rango usual para este parámetro 90 a 200

Factor de producción de fangos: Peso de sólidos generados por peso de DBO soluble eliminada en los biodiscos. Se puede estimar de modo aproximado mediante la fórmula que se indica a continuación: $-0,0725 + 0,0215 \cdot (\text{DBO soluble en el efluente})$ Expresada la BDO en mg/l.

10.7 Clarificador o decantador secundario

PARAMETROS DE PARTIDA	VALORES
Caudal de diseño (m^3/h)	208,33
Caudal máximo (m^3/h)	300
Velocidad ascensional a caudal de diseño ($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)	0,8
Tiempo medio de residencia a caudal de diseño (h)	5
Número de líneas	2
Distancia desde el vertedero a la pared interna de la cuba (m)	0,5
PARAMETROS DE SALIDA	RESULTADOS
Caudal de diseño por línea (m^3/h)	104,165
Caudal máximo por línea (m^3/h)	150
Superficie del decantador (m^2)	130,21
Diámetro interno (m)	12,88
Volumen cilíndrico útil unitario (m^3)	520,825
Profundidad cilíndrica útil (m)	4
Velocidad ascensional a caudal máximo ($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)	1,15
Tiempo medio de residencia a caudal máximo (h)	3,47
Longitud de vertedero por decantador (m)	37,32
Carga máxima sobre vertedero ($\text{m}^3/\text{m} \cdot \text{h}$)	4,02

Tabla 11. Parámetros y valores obtenidos para el decantador secundario.



INSTALACIONES ELÉCTRICAS: Cálculo de potencias y Consumos



11. INSTALACIONES ELECTRICAS DE BAJA TENSION

La conexión de la EDAR con la red eléctrica se obtiene mediante una acometida a una línea de 25 KV propiedad de la compañía IBERDROLA.

11.1 Clasificación de la instalación eléctrica de baja tensión

Se denomina instalación eléctrica de baja tensión al conjunto de aparatos y de circuitos asociados en previsión de un fin particular: producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica, cuyas tensiones nominales sean iguales o inferiores a 1000 V para corriente alterna, o a 1500 V para corriente continua.

Las tensiones nominales que se emplean en las instalaciones eléctricas de baja tensión están normalizadas. Las tensiones nominales escogidas para todas las instalaciones de la planta son de 400 V entre fases y de 230 V entre fase y neutro.

Las instalaciones eléctricas de baja tensión de corriente alterna, funcionarán a la frecuencia normalizada de 50 Hz.

11.2 Instalaciones interiores o receptoras

Las instalaciones interiores o receptoras son las que alimentadas por una red de distribución o por una fuente de energía propia, tiene como principal finalidad, la utilización de la energía eléctrica. Incluida en este concepto está cualquier instalación receptora, aunque toda ella o alguna de sus partes esté situada a la intemperie.

Por consiguiente, la instalación interior o receptora comprende desde el punto de conexión con la derivación individual, hasta los aparatos receptores, que pueden ser:

- Receptores para alumbrado
- Iluminación y aparatos domésticos del local de explotación
- Bombeos
- Rejas del pretratamiento, puente del desarenador, puentes de decantadores...



11.3 Clasificación del consumo de los edificios

El presente Reglamento Electrotécnico para Baja tensión establece una clasificación para los lugares de consumo. La clasificación de la cual forman parte el proyecto es la de "edificios comerciales o de oficinas".

11.4 Previsión de cargas

11.4.1 Previsión de cargas para los edificios

La previsión de cargas se realiza por aplicación de diferentes criterios de cálculo, cuyos valores han sido debidamente comprobados por la práctica. Los más importantes de estos criterios son los siguientes:

1. Grado de electrificación del edificio
2. Factor de demanda o coeficiente de simultaneidad
3. Superficie del edificio

El vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión reúne a los tres criterios mencionados. En dicho reglamento se establecen unos valores mínimos. En muchos casos resulta conveniente que los valores de cálculo sean superiores a los establecidos en el reglamento.

Previsión de cargas por la superficie de los edificios

La previsión de cargas en un edificio en construcción, se expresa en w/m^2 . Este sistema se utiliza sobre todo para determinar las cargas de alumbrado.

La carga mínima se calcula multiplicando los vatios especificados por metro cuadrado, por la superficie total del edificio, expresada también en metros cuadrados. El número mínimo de circuitos exigidos se encontrará dividiendo el valor hallado anteriormente por la potencia en vatios permitida por el circuito dado.

La carga para locales de oficinas se fija en $100 w / m^2$:

$$POT_{Aparatos} = 100 w / m^2 \times (40 m^2) = 4 KW$$



En cuanto al alumbrado, según su habitáculo y dimensiones:

TIPO DE LOCAL	w / m ²	m ²	POT _{Iluminación} (KW)
Edificio pretratamiento	10	780	7,8
Edificio de control y oficinas	12	40	0,48
Edificio biodiscos	12	1000	12
TOTAL	--		20,28

Tabla 12. Potencia de iluminación en función de la superficie.

Por lo que la potencia total suma de la de aparatos y de la iluminación será:

$$POT_{TOTAL} = 20.28 + 4 = 24,28 \text{ KW}$$

Previsión de cargas por el factor de demanda

El factor de demanda o coeficiente de simultaneidad es la relación entre la demanda máxima de un sistema o la potencia máxima conectada en el edificio de explotación y la potencia total instalada. En este caso se ha tomado 1.

11.4.2 Previsión de cargas en el resto de la planta

11.4.2.1 Potencia en fuerza motriz

Se va a calcular la potencia necesaria de todo el equipo electromecánico utilizado en la planta. En primer lugar, la potencia necesaria para las bombas, en cada parte del proceso, se calculará con la siguiente fórmula:

$$P = c \cdot \frac{W \cdot Q \cdot H}{75 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}$$

donde:

P = Potencia (CV)

W = peso específico del líquido (Kg/m³)

Q = Caudal a elevar (m³/s)



H = Altura manométrica en metros.

η_1 = Rendimiento de la bomba $\approx 0,8$

η_2 = Rendimiento del motor $\approx 0,85$

Coefficiente de disminución de rendimiento para aguas residuales $c = 1,25$

BOMBAS	Q (m ³ /s)	H (m)	P (kw)
Elevación	0,05	6,00	5,412
Elevación Balsa	0,04	9,00	6,494

Tabla 13. Potencia de las bombas.

A continuación se definen las potencias de cada uno de los equipos:

Equipos	Und.	Marca	Potencia (kw)	Potencia Total (kw)
Cuchara bivalva,	1	ESTRUAGUA	1,1	1,1
Bombas elevación (2+1)	2	CAPRARI	7,8	15,6
Reja de gruesos	2	ESTRUAGUA	0,37	0,74
Rototamices	2	FILTRAMASSA	0,75	1,5
Cinta transportadora	2	TREICO	0,73	1,46
Puente desarenador	2	FILTRAMASSA	0,75	1,5
Bombas de extracción de Arenas	2	OMEGA	0,75	1,5
Bombas recirculación (1+1)	1	CAPRARI	1,1	1,1
Ventilador	4	ECOTEC	0,15	0,6
Clasificador de arenas	1	FILTRAMASA	0,37	0,37
Soplantes (1+1)	1	MAPNER	2,95	2,95
Concentrador desnatador	1	ESTRUAGUA	0,18	0,18
Compuertas Canal	4	FILTRAMASSA	0,045	0,18
Biodisco 1ª etapa	2		8	16
Biodisco 2ª etapa	2		5	10
Biodisco 3ª etapa	2		5	10
Puente decantador	2	FILTRAMASSA	0,45	0,9
Válvulas salida decantadores	2	AUMA	0,1	0,2
Bomba tanque de tormentas	1	CAPRARI	7,2	7,2
Total				73,08

Tabla 14. Potencia de los equipos.



La potencia total asciende a 73,08 que multiplicada por 1,25 del factor de picos de corriente en motores nos da un total de 91,35 Kw.

A esta potencia hay que sumarle 0,8 Kw consumidos por los equipos de instrumentación, obteniéndose un total de:

$$\text{Potencia total consumida por equipos} = 92,15 \text{ Kw}$$

10.4.2.2 Potencia en alumbrado exterior

La parcela donde se encuentra la planta estará iluminada por farolas de led.

Las luminarias previstas tienen una potencia cada una de 70 W (4.900 lm), se colocaran un total de 20.

$$\text{POT}_{\text{Luminarias}} = 20 \cdot 0,07 = 1,4 \text{ Kw}$$

10.4.3 Potencia total de la planta

La potencia total de la planta es la suma de la potencia instalada en los edificios, los equipos electromagnéticos y las luminarias de instalación de la planta, lo cual nos ofrece una estimación de la potencia mínima de la instalación fotovoltaica, y de la potencia que habrá que contratar con la compañía eléctrica, al estar conectada a la red.

$$\text{POT}_{\text{PLANTA}} = 24,28 + 92,15 + 1,4 = 117,83 \text{ KW}$$



11.5 Consumo de energía eléctrica

Para estimar la energía necesaria es necesario conocer la potencia de los distintos equipos así como las horas de funcionamiento al día. En la siguiente tabla se muestran todos los dispositivos presentes en la E.D.A.R. y la potencia consumida por cada uno de ellos.

Equipos	Und.	Horas/Mes	Potencia (kw)	Energía (kwh/mes)
Cuchara bivalva,	1	10,00	1,1	11,00
Bombas elevación (2+1)	2	420,00	7,8	6552,00
Reja de gruesos	2	720,00	0,37	532,80
Rototamices	2	720,00	0,65	936,00
Cinta transportadora	2	300,00	0,5	300,00
Puente desarenador	2	140,00	0,75	210,00
Bombas de extracción de Arenas	2	140,00	0,55	154,00
Bombas elevación (1+1)	1	100,00	0,72	90,00
Ventilador	4	105,00	0,15	63,00
Clasificador de arenas	1	140,00	0,37	51,80
Soplantes (1+1)	1	720,00	2,75	1980,00
Concentrador desnatador	1	100,00	0,18	18,00
Compuertas Canal	4	20,00	0,045	3,60
Biodisco 1ª etapa	2	720,00	6,39	9201,60
Biodisco 2ª etapa	2	720,00	3,9	5616,00
Biodisco 3ª etapa	2	720,00	3,9	5616,00
Puente decantador	2	720,00	0,45	648,00
Válvulas salida decantadores	2	10,00	0,1	2,00
Bomba tanque de tormentas	1	9,00	7,2	64,80
Alumbrado edificio biodiscos	1	150,00	12	1800,00
Alumbrado edificio pretratamiento	1	170,00	1,3	221,00
Alumbrado edificio oficinas	1	480,00	0,48	230,40
Alumbrado exterior	20	360,00	0,07	504,00
TOTAL				34806

Tabla 15. Estimación de la energía media consumida en la EDAR en un mes.

Se estima en unos 417.672 KWh el consumo medio de energía a lo largo del año.



INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA



12. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

12.1 Tipo de instalación

De acuerdo con la instrucción ITC-BT 40 del reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, la instalación generadora del proyecto se clasifica atendiendo a su funcionamiento en Instalaciones generadoras Interconectadas: aquellas que están, trabajando en paralelo con la Red de Distribución Pública.

12.2 Producción energética estimada

Para realizar la simulación de la generación de energía por parte de la instalación FV, se han utilizado los datos de las Estadísticas Climáticas obtenidas a través del software METEONORM. Los datos utilizados han sido los del promedio mensual de los valores acumulados por días de la Irradiación Global Horizontal ($\text{Wh/m}^2\cdot\text{día}$) y el promedio mensual de temperatura ambiente diurna ($^{\circ}\text{C}$). La extrapolación de la Irradiación Global Horizontal a Irradiación Global en el plano de captación se ha realizado utilizando correlaciones típicas de radiación difusa/radiación directa.

La instalación estará dotada de una potencia pico instalada de 363 kWp que será la potencia producida aproximadamente por la instalación cuando exista una radiación solar de 1.000 W/m^2 , que es un valor típico de diseño de los sistemas FV.

A partir de los datos de la radiación solar, las pérdidas estimadas y la potencia pico fotovoltaica instalada se obtiene la siguiente tabla de producción mensual y anual esperada:

Mes	GlobHor kWh/m^2	T ^a Amb $^{\circ}\text{C}$	GlobInc kWh/m^2	GlobEff kWh/m^2	EArray kWh	E_Grid kWh	EffArrR %	EffSysR %
Enero	65,9	4,89	106,5	102,6	33391	32011	12,78	12,25
Febrero	77,6	6,67	106,7	103	33276	31869	12,71	12,17
Marzo	140,7	8,93	175,5	169,8	53477	51316	12,41	11,91
Abril	152,7	10,82	164,8	158,7	49349	47232	12,2	11,68
Mayo	202,9	14,34	198,3	191,1	58449	55995	12	11,5
Junio	222,7	19,19	210	202,5	59812	57275	11,6	11,11
Julio	230,3	23,48	221,7	213,9	61660	59077	11,33	10,85
Agosto	201,1	23,12	210,7	203,5	58884	56490	11,38	10,92
Septiembre	150,8	18,93	179,8	174,1	51901	49773	11,76	11,28
Octubre	104,8	14,56	138,6	134	41285	39582	12,14	11,64
Noviembre	64,2	8,6	96,8	93,4	29753	28432	12,52	11,96
Diciembre	48,9	5,4	77,6	74,6	24205	23089	12,71	12,13
Año	1662,6	13,29	1886,9	1821,2	555441	532141	11,99	11,49

Tabla 16. Producción esperada.



Leyenda:

GlobHor Irradiación global horizontal

T Amb Temperatura Ambiente

GlobInc Global incidente en plano receptor

GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados

EArray Energía efectiva en la salida del generador

E_Grid Energía reinyectada en la red

EffArrR Eficiencia Esal campo/superficie bruta

EffSysR Eficiencia Esal sistema/superficie bruta

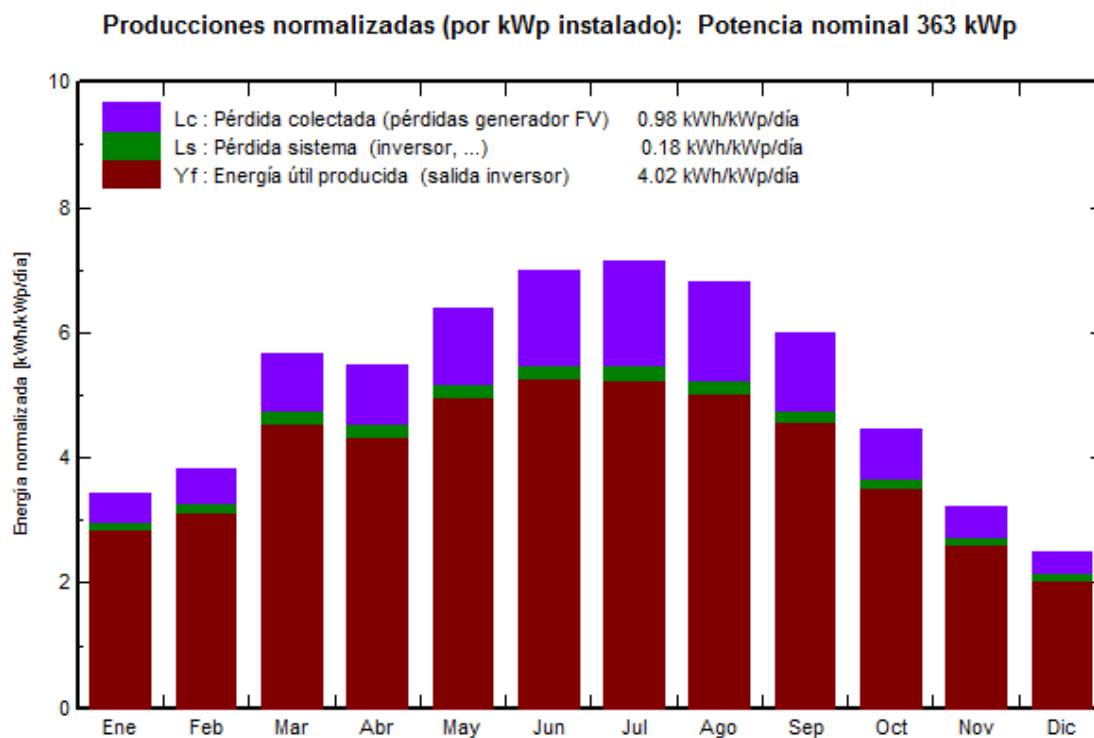


Figura 8. Gráfica de producción esperada.

12.3 Descripción de las instalaciones

La configuración de la instalación solar viene determinada por el parámetro fundamental de su funcionamiento: los paneles deben aprovechar al máximo la radiación solar para obtener su mejor rendimiento.

La instalación FV conectada a red constará de 1 sistema, distribuido entre el edificio de CBR y la cubierta de las instalaciones de pretratamiento, cuyos módulos fotovoltaicos estarán orientados al sur y con una inclinación de 30° para aprovechar al máximo la irradiación solar.

Los módulos fotovoltaicos se instalarán sobre cuatro estructuras de aluminio, dos sobre cubierta y otras 2 fijas al suelo y con apoyo en la edificación. Sobre estas estructuras se situarán los paneles, dispuestos en vertical. Cada una de las series se compone de 18 paneles fotovoltaicos de 240 Wp de potencia. De esta forma el sistema constará de 1512 paneles fotovoltaicos con configuración eléctrica de 84 series de 18 módulos por serie.

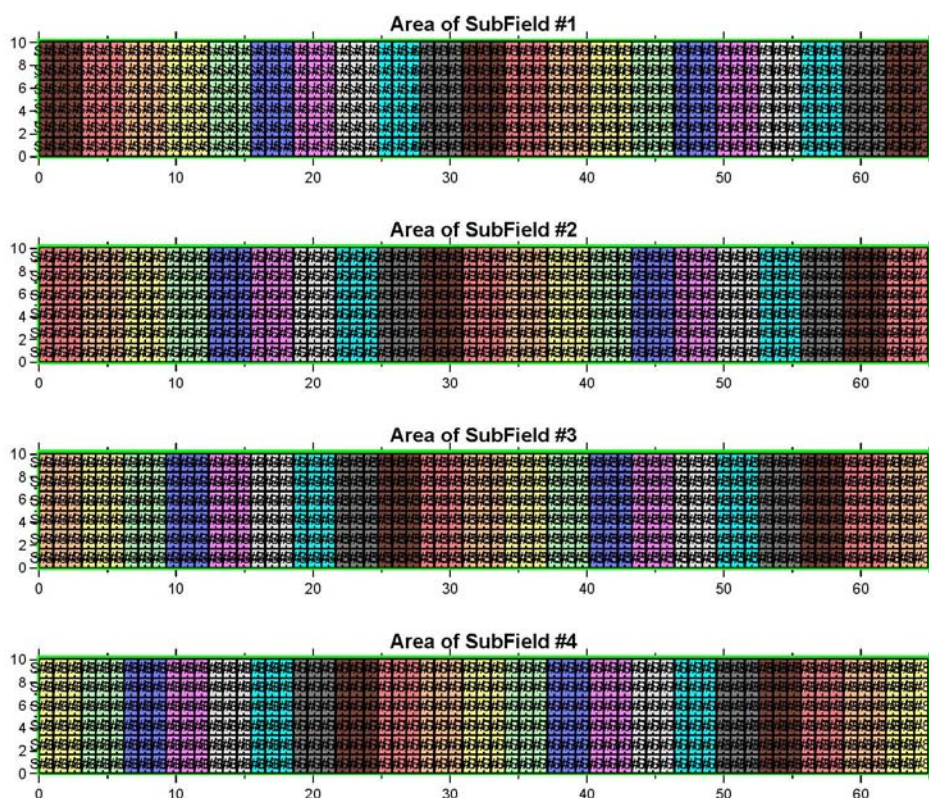


Figura 9. Disposición de los módulos.



La conexión física de cada una de las series se realiza con una tirada única de cable por serie, conectándose los terminales positivos y los terminales negativos de las series directamente a los cuadros secundarios y de protección de corriente continua.

Cada caja general recoge el cableado de continua proveniente de las cajas secundarias que recogen el cableado de los módulos. De las cajas generales, y dispuestos sobre canaletas, se encontrara el cableado de baja tensión hasta el cuadro general de baja tensión de corriente continua. En ésta se encontraran los dispositivos de protección correspondientes antes de entrar en el inversor donde la energía continua se transforma en alterna.

El sistema estará dotado de 4 inversores de potencia nominal 85kW. A continuación de éstos se dispondrán las protecciones frente a sobretensiones y contactos directos e indirectos, siendo el esquema de conexión TT según ITCBT-40.

El equipo de medida se alojara en el Cuadro general de protección (CGP), según las especificaciones de la compañía distribuidora.

12.4 Componentes de la instalación

12.4.1 Módulos fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos quedan definidos por sus características técnicas, siendo la fundamental la potencia. Se define la "potencia pico" de un módulo fotovoltaico como la potencia máxima de dicho módulo en las Condiciones Estándar de Medida (CEM).



Figura 10. Módulo siliken SLK60P6L.

12.4.1.1 Características constructivas

Laminado compuesto por vidrio ultra transparente templado de 3.2 mm en la parte frontal, encapsulante termoestable de EVA embebiendo a las células, y aislante eléctrico en la parte trasera formado por un compuesto de tediar y poliéster.

Células policristalinas de alta eficiencia con capa anti-reflectante de SiNx. Conductores eléctricos de cobre plano bañado en una aleación de estaño-plata, que mejora la soldabilidad. Soldadura de células y conductores por tramos, para liberación de tensiones.

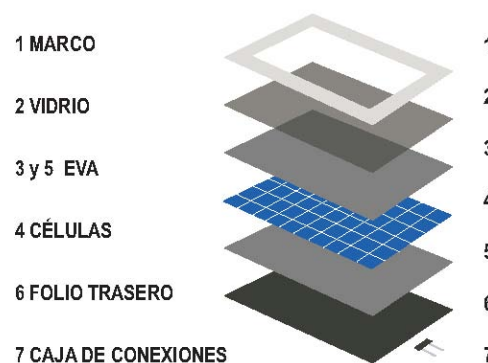


Figura 11. Características constructivas del módulo.

12.4.1.2 Características técnicas

- Datos eléctricos del panel fotovoltaico
 - Potencia máxima (tolerancia 5%) 240 Wp
 - Tensión punto máxima potencia 29,6 V
 - Corriente punto máxima potencia 8,12 A
 - Tensión en circuito abierto 37,0 V
 - Corriente de cortocircuito 8,4 A
 - Dimensiones (tolerancia 2 mm) 990x1640x40mm
 - Peso 19 Kg



- Coeficiente de temperatura de la célula
 - Temperatura normal de operación $46^{\circ}\text{C}(\pm 2^{\circ}\text{C})$
 - Potencia $-0,43\ \%^{\circ}\text{C}$
 - Tensión de circuito abierto $-129\text{mv}/^{\circ}\text{C}$
 - Corriente de cortocircuito $3,5\ \text{ma}/^{\circ}\text{C}$
- Límites de operación
 - Tensión máxima del sistema $750\ \text{Vdc}$
 - Temperatura de trabajo $-40\text{a}85^{\circ}\text{C}$
 - Resistencia al viento 200km/h
 - Diámetro del granizo máximo $25\ \text{mm}$
 - Velocidad de impacto de granizo máximo 23m/s

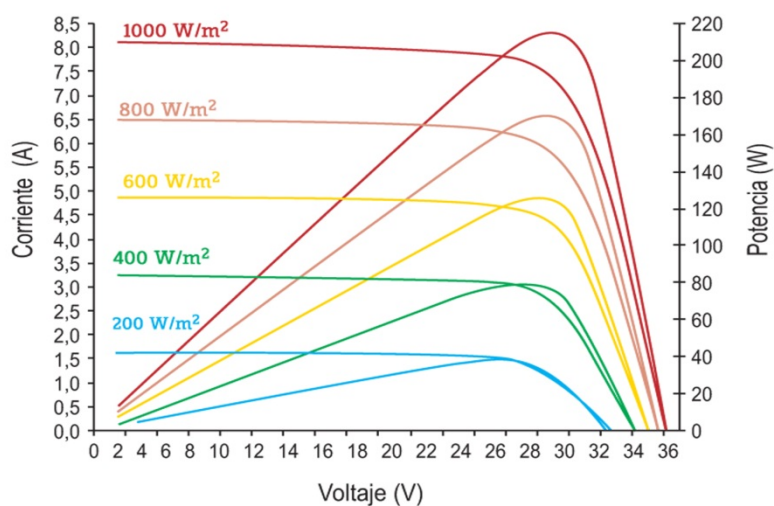


Figura 12. Características I-V y Pmax a 25° y diferentes radiaciones.

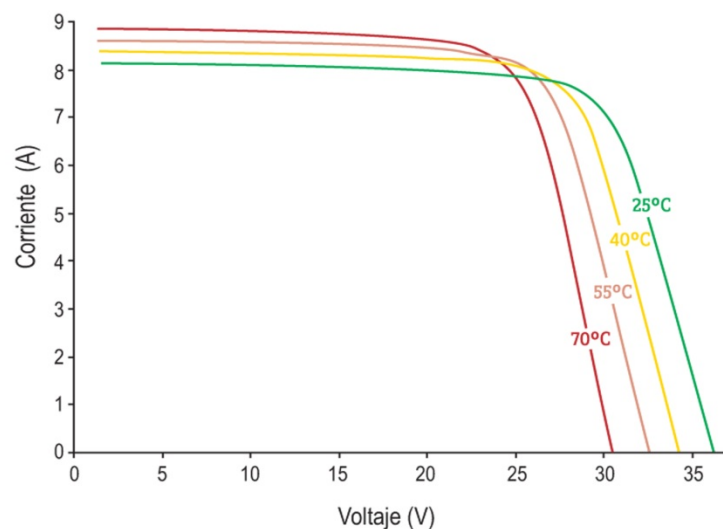


Figura 13. Curva de operación de cada panel con 1000 W/m^2 .

12.4.2 Estructura soporte

La estructura es de perfilaría de aluminio y consta de perfil base que se ancla a las correas de la edificación y una triangulación formada por perfiles de aluminio que permite dar la inclinación óptima sobre la estructura sobre la cual se sitúan los módulos de la parte posterior, estando estos sujetos mediante perfiles auxiliares. Los módulos de la parte frontal se fijan mediante perfilaría de aluminio a una estructura de hierro anclada en el suelo y fija a la parte superior del edificio.

Todas las estructuras de soporte permiten la correcta transmisión de cargas sin que estas afecten a la integridad tanto del módulo como a la de la estructura de la edificación en la que se encuentran instaladas

12.4.3 Inversor de conexión a red

Los inversores son los elementos que convierten la corriente continua generada en los módulos fotovoltaicos en corriente alterna que se inyecta a la red. De esta forma se consigue eliminar gran parte de los problemas de la corriente continua y aumentar el rendimiento del sistema.

Los inversores utilizados son del modelo SE85I de 85 kW, con las siguientes características:



12.4.3.1 Características Generales:

- Conexión directa a la Red. Posibilidad de conexión en paralelo sin limitación.
- Protecciones eléctricas integradas (contra polarización inversa, sobretensiones a entrada y salida, cortocircuitos y sobrecargas a la salida, fallos de aislamiento y sobret temperatura en el equipo).
- Vigilancia Anti-isla con desconexión automática.
- Posibilidad de desconexión manual de la red.
- Pantalla LCD de 2 x 16 caracteres y teclado para monitorización en el frontal del equipo.
- Fácil instalación y parametrización. Grado de protección IP65.
- Certificado CE. Directivas EMC EN 61000-6-2 y EN 61000-6-3. Directivas Baja Tensión EN 50178.
- Transformador AC de aislamiento galvánico incluido.
- Conformar al RD 1663/2000.
- Vida útil de más de 20 años. Libre de mantenimiento.
- Datalogger interno para almacenamiento de datos. Comunicación por Módem para telefonía fija GSM/GPRS. Tarjeta de entradas analógicas (temperatura, producción energética, irradiación, ganancia económica, etc.).

12.4.3.2 Características técnicas:

- Entrada DC
 - Rango de tensión MPP 450 a 750 Vcc
 - Máxima tensión 880 Vcc
 - Potencia máxima 100 kWp
 - Máxima corriente 220 A.
- Salida (AC)
 - Potencia nominal 85 kW
 - Máxima corriente eficaz 145 A.
 - Tensión, Frec. Nominal (50/60 Hz) 3x400 Vac.
 - Distorsión armónica <3% (THD)

- Coseno de $\Phi > 0,99$



Figura 14. Inversor Siliken SE85I.

12.4.4 Sistemas de protección

La instalación cumplirá todas las consideraciones técnicas y de seguridad expuestas en el Real Decreto 1663/2000 y en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e instrucciones técnicas. Se dispondrá de los siguientes elementos de protección:

12.4.4.1 Interruptor general de corte en carga

Interruptor general manual de corte en carga, con poder de corte adecuado a la intensidad de cortocircuito indicada por la compañía en el punto de conexión. Este interruptor es accesible únicamente por la empresa distribuidora, con objeto de poder realizar la desconexión manual de la instalación.

Las características del interruptor a emplear son:

- Corriente nominal: 500A
- Tensión nominal: 400V
- Número de polos: 4
- Poder de corte: 25kA



12.4.4.2 Fusibles de seccionamiento en CGP

Según especificaciones de la compañía distribuidora, este seccionador permite independizar la red de distribución de las instalaciones interiores.

Las características del fusible son:

- Talla: NH3
- Tensión nominal: 400V
- Tipo: gG
- Calibre: 500 A

12.4.4.3 Interruptor automático de protección de línea a Inversor

Situado en la línea de alimentación al inversor, para protección de sobrecorrientes en el lado de alterna.

Las características del interruptor son:

- Corriente nominal: 160A
- Tensión nominal: 400V
- Número de polos: 4
- Poder de corte: 25kA

12.4.4.4 Protección automática-diferencial

Situado en cabecera de la instalación, para protección de la instalación frente a contactos directos o indirectos.

Las características del interruptor empleado son:

- Corriente nominal: 600 A
- Tensión nominal: 400V
- Número de polos: 4
- Int. Defecto: 300mA
- Clase diferencial: AC



12.4.4.5 Interruptor automático de interconexión

Para conexión o desconexión de la instalación en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red. Esta protección se encuentra incluida en el inversor empleado y sus características se detallan más adelante.

12.4.4.6 Seccionadores de CC

Para conexión o desconexión de partes de la instalación en los diferentes cuadros de agrupamiento de líneas.

- Tensión de empleo 532.8V
- Corriente de empleo 170,52 A
- I_{th} 200 A
- Polos 4

12.4.4.7 Fusibles de protección instalación CC

Situados en los cuadros de niveles 1 y 2 para protección de los conductores activos en la instalación de corriente continua, clase electrónica para minimizar rango de peligro en sobrecargas.

Las características del fusible empleado son:

- Tensión nominal: 900V
- Tipo: gR
- Calibre: 10 A

12.4.4.8 Transformador de separación galvánica

La separación galvánica de las redes de alterna y continua queda garantizada mediante el transformador de aislamiento galvánico incluido en el inversor.

12.4.5 Puesta a tierra

Se instalará cable desnudo de 35 mm² de Cu, al que se unirá un conductor de tierra de 16 mm² que conectará mediante latiguillos de 6 mm² cada uno de los bastidores de los módulos fotovoltaicos y las estructuras y los electrodos de tierra.



Todas las conexiones de los circuitos de tierra, se realizarán mediante terminales que garanticen un buen contacto permanente y protegido contra la corrosión, según se indica en ITC-BT-09-10

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión. En particular la puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas interconectadas se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.

Mediante un transformador de aislamiento en el inversor la instalación dispondrá de una separación galvánica entre la red de distribución de baja tensión y las instalaciones fotovoltaicas. Las masas de la instalación fotovoltaica irán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora de acuerdo con el Reglamento electrotécnico para baja tensión, así como de las masas del resto del suministro.

Según lo dispuesto en la ITC-BT-40 del REBT 2002, cuando la instalación receptora esté acoplada a una Red de Distribución Pública que tenga el neutro puesto a tierra, el esquema de puesta a tierra será el TT y se conectarán las masas de la instalación y receptores a una tierra independiente de la del neutro de la Red de Distribución pública.

12.4.6 Cableado

12.4.6.1 Interconexión entre los módulos fotovoltaicos

La unión entre paneles fotovoltaicos se realiza mediante un cable unipolar de cobre de 1000 V de 4 mm² de sección con doble capa aislante, libre de halogenuros y resistente a la radiación ultravioleta. Debido al tipo de corriente que circula por ellos, corriente continua, se dispondrá de dos polos de unión. Este cableado viene de fábrica con los paneles.

12.4.6.2 Interconexión de módulos al Cuadro Secundario (CS)

El tipo de conductor a emplear en las líneas de Baja Tensión será cableado con aislamiento XLPE, unipolar de cobre de la tipología RV-K con una asignación de tensión 0,6/1 kV (1,8 kV en continua). La sección más adecuada se muestra en el apartado de cálculos de conexión fotovoltaica.



12.4.6.3 Interconexión de BT: CS – Cuadro General de Protección (DC) – Inversor

De cada uno de los cuadros secundarios al cuadro general de continua saldrán dos cables (positivo + negativo) de Cu aislado. De este cuadro saldrán los dos polos de Cu aislado dirigidos al inversor.

12.4.6.4 Interconexión de BT: inversor-CGP(AC)

Del inversor saldrá un cable por fase formando una línea trifásica que estará protegida por el cuadro general de corriente alterna y acomete en el punto de entrega de energía. Esta línea trifásica estará compuesta por 2(4) conductores con aislamiento de polietileno reticulado. Cada conductor discurrirá por un tubo de PVC de 185 mm de diámetro en una zanja de 0,7 m de profundidad.

Cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red baja tensión.



CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA



13. CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

13.1 CÁLCULOS DE CONEXIÓN FOTOVOLTAICA

En este apartado se va a calcular la distribución eléctrica de los módulos fotovoltaicos. Se pretende buscar la configuración eléctrica óptima para compatibilizar los componentes de la instalación y asegurar así su funcionamiento como generador.

Los módulos fotovoltaicos tienen las siguientes características:

- V_{mpp} : 29,6V
- I_{mpp} : 8,12 A
- V_{oc} : 37,0 V
- I_{sc} : 8,4 A

El inversor a la entrada tiene las siguientes características:

- Rango de tensión MPP 450 a 750 Vcc
- Máxima tensión 880 Vcc
- Potencia máxima 85 kW
- Máxima corriente 220 A.

13.1.1 Configuración de la instalación: módulos en serie

El número máximo de módulos por ramal conectados en serie se determina como el cociente entre la tensión máxima de entrada del inversor y la tensión en circuito abierto:

$$n_{serie} = \frac{U_{ccmp, inversor}}{V_{oc, módulos}}$$

Por lo que el número máximo de módulos en serie es de 20.



13.1.2 Configuración de la instalación: módulos en paralelo

El número de ramales en paralelo debe cumplir que la corriente de cortocircuito máxima de un ramal por el número de ramales conectados en paralelo sea menor que la corriente máxima admisible de entrada al inversor:

$$n_{\text{paralelo}} = \frac{I_{\text{maccpp,inversor}}}{I_{\text{sc,módulos}}}$$

Por lo que el número máximo de agrupaciones en paralelo es de 26.

13.2 Cálculos eléctricos.

13.2.1 Sección del cableado.

El suministro de corriente se realizará en sistema trifásico, a una tensión de 400/230 voltios en la parte de BT y a 18000/22000 voltios en MT. Sin embargo, la generación se realizara en corriente continua, lo que se tendrá en cuenta en el cálculo.

13.2.1.1 Parámetros eléctricos de las series

Cada serie de módulos fotovoltaicos tendrá las siguientes características:

- $U_{\text{mpp}}(\text{STC}) = 532,8 \text{ V}$
- $I_{\text{mpp}}(\text{STC}) = 8,12 \text{ A}$.

13.2.1.2 Criterio de caída de tensión

La formulación empleada es la siguiente, obtenida considerando despreciables los efectos piel, de proximidad, así como la contribución de la inductancia de línea y empleando la conductividad del conductor:

Sistemas trifásicos:

$$S = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U^2}$$



Sistemas monofásicos (y corriente continua):

$$S = 2 \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U^2}$$

Donde:

- S: sección calculada según el criterio de la caída de tensión máxima admisible en mm²
- γ : conductividad del conductor a la temperatura de servicio prevista para el conductor (m/Ω. mm²)
- P: potencia activa prevista para la línea, en vatios
- L: longitud de la línea en m
- ΔU: caída de tensión máxima admisible en voltios
- U: tensión nominal de la línea

Los resultados están indicados en las tablas del apartado de resultados.

13.2.1.3 Criterio térmico

A continuación se comprobará el dimensionamiento de las líneas frente al fenómeno de calentamiento de conductores, que según el REBT - ITCBT 19 a partir de la norma UNE 20.460-5-523, se traduce en la intensidad máxima admisible para cada tipo de conductor, corregida por las condiciones de instalación:

$$I = I_o(k_1 \cdot k_2 \cdot k_3)$$

Siendo:

- I: intensidad máxima admisible en cable a partir de naturaleza de conductor y condiciones de instalación.
- I_o: intensidad máxima admisible en cables al aire a 40°C.
- k₁: factor de corrección correspondiente a temperaturas ambiente distintas de 40°C.
- k₂: factor de corrección correspondiente a agrupaciones de más de un circuito.
- k₃: factor de corrección por condiciones de instalación.

Según especificaciones del fabricante en la zona de continua:

Se comprueba asimismo, que los cables de conexión están dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador.



13.2.2 Resultados

LÍNEA	CIRCUITO	Pot. Inicial (W)	Pot. Final (W)	Factor de Pot. (cos φ)	Long. (m)	Intensidad (A)	CT Tramo (V)	CT Origen (V)	CT %	S (mm ²)	Sección (mm ²)	Cableado	Tens. Máx.	FCI	I _{max} 40 °c	I _{max} Adm (A)	Canalización	Protección	Prot Dif/CC
L 1,0	Entre paneles	4326	4313	1	36	8,12	531,14	532,8	0,31	4	1x4	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	1	29	29			
L 1,1	Línea Ramal 1	4313	4307	1	64	8,12	530,4	531,14	0,14	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 1,2	Línea Ramal 2	4313	4307	1	60	8,12	530,45	531,14	0,13	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 1,3	Línea Ramal 3	4313	4308	1	54	8,12	530,52	531,14	0,12	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 1,4	Línea Ramal 4	4313	4308	1	48	8,12	530,59	531,14	0,1	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 1,5	Línea Ramal 5	4313	4308	1	48	8,12	530,59	531,14	0,1	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 1,6	Línea Ramal 6	4313	4309	1	36	8,12	530,72	531,14	0,08	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 1,7	Línea Ramal 7	4313	4310	1	30	8,12	530,79	531,14	0,07	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 1,8	Línea Ramal 8	4313	4311	1	24	8,12	530,86	531,14	0,05	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 1,9	Línea Ramal 9	4313	4311	1	18	8,12	530,93	531,14	0,04	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 1,10	Línea Ramal 10	4313	4312	1	12	8,12	531	531,14	0,03	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 1,11	Línea Ramal 11	4313	4312	1	6	8,12	531,07	531,14	0,01	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 1,12	Línea Ramal 12	4313	4312	1	12	8,12	531	531,14	0,03	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 1,13	Línea Ramal 13	4313	4311	1	18	8,12	530,93	531,14	0,04	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 1,14	Línea Ramal 14	4313	4311	1	24	8,12	530,86	531,14	0,05	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 1,15	Línea Ramal 15	4313	4310	1	30	8,12	530,79	531,14	0,07	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 1,16	Línea Ramal 16	4313	4309	1	36	8,12	530,72	531,14	0,08	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 1,17	Línea Ramal 17	4313	4309	1	42	8,12	530,66	531,14	0,09	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 1,18	Línea Ramal 18	4313	4308	1	48	8,12	530,59	531,14	0,1	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 1,19	Línea Ramal 19	4313	4308	1	54	8,12	530,52	531,14	0,12	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 1,20	Línea Ramal 20	4313	4307	1	60	8,12	530,45	531,14	0,13	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 1,21	Línea Ramal 21	4313	4307	1	64	8,12	530,4	531,14	0,14	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L1	Línea CS1 a CGP1 (dc)	90495	90149	1	25	170,52	528,67	530,71	0,38	95	2(1x95)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,9	271	243,9	Bandeja	200 A	
L5	Línea CGP1 a Inversor 1	90149	90111	1	2	170,52	528,45	528,67	0,04	70	2(1x70)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,9	271	243,9		Prot. Inversor	CPA 2kΩ
L9	Línea Inversor 1 a CP1	85000	84979	0,99	2	123,92	399,92	400	0,03	70	3(1x70)+(1x35)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,9	202	181,8	1Ø125	PIA 4X160A (25KA)	4x200A 300mA (25KA)/c
L13	Línea CP1 a // CP2, CP3, CP4	84979	84962	0,99	2	123,92	399,84	399,92	0,03	70	3(1x70)+(1x35)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,9	202	181,8	1Ø125		



EDAR DE CBR ALIMENTADA MEDIANTE SFCR

LÍNEA	CIRCUITO	Pot. Inicial (W)	Pot. Final (W)	Factor de Pot. (cos φ)	Long. (m)	Intensidad (A)	CT Tramo (V)	CT Origen (V)	CT %	S (mm ²)	Sección (mm ²)	Cableado	Tens. Máx.	FCI	I _{max} 40 °c	I _{max} Adm (A)	Canalización	Protección	Prot Dif/CC
L 2,0	Entre paneles	4326	4313	1	36	8,12	531,14	532,8	0,31	4	1x4	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	1	29	29			
L 2,1	Línea Ramal 1	4313	4307	1	64	8,12	530,4	531,14	0,14	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 2,2	Línea Ramal 2	4313	4307	1	60	8,12	530,45	531,14	0,13	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 2,3	Línea Ramal 3	4313	4308	1	54	8,12	530,52	531,14	0,12	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/ gR
L 2,4	Línea Ramal 4	4313	4308	1	48	8,12	530,59	531,14	0,1	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 2,5	Línea Ramal 5	4313	4308	1	48	8,12	530,59	531,14	0,1	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 2,6	Línea Ramal 6	4313	4309	1	36	8,12	530,72	531,14	0,08	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 2,7	Línea Ramal 7	4313	4310	1	30	8,12	530,79	531,14	0,07	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 2,8	Línea Ramal 8	4313	4311	1	24	8,12	530,86	531,14	0,05	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 2,9	Línea Ramal 9	4313	4311	1	18	8,12	530,93	531,14	0,04	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 2,10	Línea Ramal 10	4313	4312	1	12	8,12	531	531,14	0,03	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 2,11	Línea Ramal 11	4313	4312	1	6	8,12	531,07	531,14	0,01	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 2,12	Línea Ramal 12	4313	4312	1	12	8,12	531	531,14	0,03	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 2,13	Línea Ramal 13	4313	4311	1	18	8,12	530,93	531,14	0,04	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 2,14	Línea Ramal 14	4313	4311	1	24	8,12	530,86	531,14	0,05	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 2,15	Línea Ramal 15	4313	4310	1	30	8,12	530,79	531,14	0,07	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 2,16	Línea Ramal 16	4313	4309	1	36	8,12	530,72	531,14	0,08	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 2,17	Línea Ramal 17	4313	4309	1	42	8,12	530,66	531,14	0,09	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 2,18	Línea Ramal 18	4313	4308	1	48	8,12	530,59	531,14	0,1	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 2,19	Línea Ramal 19	4313	4308	1	54	8,12	530,52	531,14	0,12	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 2,20	Línea Ramal 20	4313	4307	1	60	8,12	530,45	531,14	0,13	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 2,21	Línea Ramal 21	4313	4307	1	64	8,12	530,4	531,14	0,14	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L2	Línea CS2 a CGP2 (dc)	90495	90079	1	30	170,52	528,26	530,71	0,46	95	2(1x95)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,9	271	243,9	Bandeja	200 A	
L6	Línea CGP2 a Inversor2	90079	90041	1	2	170,52	528,04	528,26	0,04	70	2(1x70)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,9	271	243,9		Prot. Inversor	CPA 2kΩ
L10	Línea Inversor2 a CP2	85000	84979	0,99	2	123,92	399,92	400	0,03	70	3(1x70)+(1x35)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,9	202	181,8	1Ø125	PIA 4X160A (25KA)	4x200A 300mA (25KA)
L14	Línea CP2 a // CP1, CP3, CP4	84979	84962	0,99	2	123,92	399,84	399,92	0,03	70	3(1x70)+(1x35)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,9	202	181,8	1Ø125		



EDAR DE CBR ALIMENTADA MEDIANTE SFCR

LÍNEA	CIRCUITO	Pot. Inicial (W)	Pot. Final (W)	Factor de Pot. (cos φ)	Long. (m)	Intensidad (A)	CT Tramo (V)	CT Origen (V)	CT %	S (mm ²)	Sección (mm ²)	Cableado	Tens. Máx.	FCI	I _{max} 40 °c	I _{max} Adm (A)	Canalización	Protección	Prot Dif/CC
L 3,0	Entre paneles	4326	4313	1	36	8,12	531,14	532,8	0,31	4	1x4	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	1	29	29			
L 3,1	Línea Ramal 1	4313	4307	1	64	8,12	530,4	531,14	0,14	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 3,2	Línea Ramal 2	4313	4307	1	60	8,12	530,45	531,14	0,13	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 3,3	Línea Ramal 3	4313	4308	1	54	8,12	530,52	531,14	0,12	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/ gR
L 3,4	Línea Ramal 4	4313	4308	1	48	8,12	530,59	531,14	0,1	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 3,5	Línea Ramal 5	4313	4308	1	48	8,12	530,59	531,14	0,1	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 3,6	Línea Ramal 6	4313	4309	1	36	8,12	530,72	531,14	0,08	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 3,7	Línea Ramal 7	4313	4310	1	30	8,12	530,79	531,14	0,07	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 3,8	Línea Ramal 8	4313	4311	1	24	8,12	530,86	531,14	0,05	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 3,9	Línea Ramal 9	4313	4311	1	18	8,12	530,93	531,14	0,04	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 3,10	Línea Ramal 10	4313	4312	1	12	8,12	531	531,14	0,03	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 3,11	Línea Ramal 11	4313	4312	1	6	8,12	531,07	531,14	0,01	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 3,12	Línea Ramal 12	4313	4312	1	12	8,12	531	531,14	0,03	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 3,13	Línea Ramal 13	4313	4311	1	18	8,12	530,93	531,14	0,04	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 3,14	Línea Ramal 14	4313	4311	1	24	8,12	530,86	531,14	0,05	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 3,15	Línea Ramal 15	4313	4310	1	30	8,12	530,79	531,14	0,07	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 3,16	Línea Ramal 16	4313	4309	1	36	8,12	530,72	531,14	0,08	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 3,17	Línea Ramal 17	4313	4309	1	42	8,12	530,66	531,14	0,09	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 3,18	Línea Ramal 18	4313	4308	1	48	8,12	530,59	531,14	0,1	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 3,19	Línea Ramal 19	4313	4308	1	54	8,12	530,52	531,14	0,12	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 3,20	Línea Ramal 20	4313	4307	1	60	8,12	530,45	531,14	0,13	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 3,21	Línea Ramal 21	4313	4307	1	64	8,12	530,4	531,14	0,14	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L3	Línea CS3 a CGP3 (dc)	90495	90289	1	15	170,52	529,49	530,71	0,23	95	2(1x95)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,9	271	243,9	Bandeja	200 A	
L7	Línea CGP3 a Inversor 3	90289	90251	1	2	170,52	529,27	529,49	0,04	70	2(1x70)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,9	271	243,9		Prot. Inversor	CPA 2kΩ
L11	Línea Inversor 3 a CP3	85000	84979	0,99	2	123,92	399,92	400	0,03	70	3(1x70)+(1x35)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,9	202	181,8	1Ø125	PIA 4X160A (25KA)	4x200A 300mA (25KA)/c
L15	Línea CP3 a // CP1, CP2, CP4	84979	84962	0,99	2	123,92	399,84	399,92	0,03	70	3(1x70)+(1x35)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,9	202	181,8	1Ø125		



EDAR DE CBR ALIMENTADA MEDIANTE SFCR

LÍNEA	CIRCUITO	Pot. Inicial (W)	Pot. Final (W)	Factor de Pot. (cos φ)	Long. (m)	Intensidad (A)	CT Tramo (V)	CT Origen (V)	CT %	S (mm ²)	Sección (mm ²)	Cableado	Tens. Máx.	FCI	I _{max} 40 °c	I _{max} Adm (A)	Canalización	Protección	Prot Dif/CC
L 4,0	Entre paneles	4326	4313	1	36	8,12	531,14	532,8	0,31	4	1x4	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	1	29	29			
L 4,1	Línea Ramal 1	4313	4307	1	64	8,12	530,4	531,14	0,14	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 4,2	Línea Ramal 2	4313	4307	1	60	8,12	530,45	531,14	0,13	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 4,3	Línea Ramal 3	4313	4308	1	54	8,12	530,52	531,14	0,12	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/ gR
L 4,4	Línea Ramal 4	4313	4308	1	48	8,12	530,59	531,14	0,1	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 4,5	Línea Ramal 5	4313	4308	1	48	8,12	530,59	531,14	0,1	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 4,6	Línea Ramal 6	4313	4309	1	36	8,12	530,72	531,14	0,08	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 4,7	Línea Ramal 7	4313	4310	1	30	8,12	530,79	531,14	0,07	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 4,8	Línea Ramal 8	4313	4311	1	24	8,12	530,86	531,14	0,05	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 4,9	Línea Ramal 9	4313	4311	1	18	8,12	530,93	531,14	0,04	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 4,10	Línea Ramal 10	4313	4312	1	12	8,12	531	531,14	0,03	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 4,11	Línea Ramal 11	4313	4312	1	6	8,12	531,07	531,14	0,01	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 4,12	Línea Ramal 12	4313	4312	1	12	8,12	531	531,14	0,03	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 4,13	Línea Ramal 13	4313	4311	1	18	8,12	530,93	531,14	0,04	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 4,14	Línea Ramal 14	4313	4311	1	24	8,12	530,86	531,14	0,05	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 4,15	Línea Ramal 15	4313	4310	1	30	8,12	530,79	531,14	0,07	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 4,16	Línea Ramal 16	4313	4309	1	36	8,12	530,72	531,14	0,08	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 4,17	Línea Ramal 17	4313	4309	1	42	8,12	530,66	531,14	0,09	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 4,18	Línea Ramal 18	4313	4308	1	48	8,12	530,59	531,14	0,1	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 4,19	Línea Ramal 19	4313	4308	1	54	8,12	530,52	531,14	0,12	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 4,20	Línea Ramal 20	4313	4307	1	60	8,12	530,45	531,14	0,13	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L 4,21	Línea Ramal 21	4313	4307	1	64	8,12	530,4	531,14	0,14	16	2(1x16)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	91	72,8	Bandeja	10 A	-/gR
L4	Línea CS4 a CGP4 (dc)	90495	90219	1	20	170,52	529,08	530,71	0,31	95	2(1x95)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,9	271	243,9	Bandeja	200 A	
L8	Línea CGP4 a Inversor 4	90219	90181	1	2	170,52	528,86	529,08	0,04	70	2(1x70)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,9	271	243,9		Prot. Inversor	CPA 2kΩ
L12	Línea Inversor 4 a CP4	85000	84979	0,99	2	123,92	399,92	400	0,03	70	3(1x70)+(1x35)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,9	202	181,8	1Ø125	PIA 4X160A (25KA)	4x200A 300mA (25KA)/c
L16	Línea CP4 a paralelo CP1, CP2, CP3	84979	84962	0,99	2	123,92	399,84	399,92	0,03	70	3(1x70)+(1x35)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,9	202	181,8	1Ø125		



EDAR DE CBR ALIMENTADA MEDIANTE SFCR

LÍNEA	CIRCUITO	Pot. Inicial (W)	Pot. Final (W)	Factor de Pot. (cos φ)	Long. (m)	Intensidad (A)	CT Tramo (V)	CT Origen (V)	CT %	S (mm ²)	Sección (mm ²)	Cableado	Tens. Máx.	FCI	I _{max} 40 °c	I _{max} Adm (A)	Canalización	Protección	Prot Dif/CC
L17	Línea a CGP	339848	338887	0,99	30	495,68	398,71	399,84	0,48	300	2(3(1x150)+1x95)	XLPE (RV-K)	0,6/1Kv	0,8	850	680	2Ø185	IGA 4X250A (25KA) / F 500 A	4x600A 300mA (25KA)



13.2.3 Protecciones

13.2.3.1 Corriente continua

Sobrecorrientes

Los fenómenos de sobrecorriente pueden ser perjudiciales para el inversor y los componentes electrónicos del sistema, así como provocar el envejecimiento de toda la instalación por ser fenómenos cíclicos para las instalaciones fotovoltaicas.

La protección elegida para los conductores activos en la instalación de corriente continua es de tipo fusible gR, especiales para protección electrónica de tipo ultrarrápido. Dichas protecciones son las más ventajosas pues ofrecen en formatos compactos elevados poderes de corte y ventajas adicionales para la extinción del arco (fenómeno problemático en corriente continua).

Se usaran fusibles ultrarrápidos gR normalizados en cada uno de los conductores activos. La selección de los fusibles se realizará eligiendo los formatos más compactos posibles, con los calibres inmediatamente superiores a las corrientes de trabajo de la instalación.

Sobretensiones

Debido a las características de la instalación, se pueden inducir sobretensiones de origen atmosférico de cierta importancia, por lo que se debe prever la instalación de protección contra sobretensiones. La entrada del inversor se deberá proteger mediante dispositivos bipolares de protección clase II. El dispositivo empleado tendrá las siguientes características:

- Tiempo actuación $< 25 \text{ ns}$
- Corriente máxima actuación $< 15 \text{ kA}$
- Tensión residual $< 2 \text{ kV}$

La tensión de operación del dispositivo estará definida por el rango comprendido entre la menor tensión de trabajo en el punto de máxima potencia y la mayor tensión de circuito abierto, considerando en ambos casos el efecto más desfavorable de la temperatura de la célula sobre las características de tensión. El inversor seleccionado incorpora dispositivos de protección contra sobretensiones inducidas tanto en entrada como en salida.

Dicha protección se considera suficiente, ya que la EDAR dispondrá de un sistema de protección contra descargas atmosféricas.



Contactos directos e indirectos

Todos los componentes de la instalación tendrán aislamiento de clase II.

En la parte de continua del inversor, e integrado en el mismo, se dispondrá como medida de protección de la instalación de sistema de vigilancia continua del aislamiento (CPA), que desconecta el inversor y cortocircuita la entrada de potencia cuando se supere el valor de resistencia que eleva la tensión de contacto por encima de la tensión límite convencional.

El inversor está dispuesto de aislamiento galvánico cumpliendo con la normativa de transformador separador.

13.2.3.1 Corriente alterna

Sobrecorrientes

Según RD 1663/2000 de 29 de septiembre, es obligatorio incluir un interruptor general manual, que será un interruptor magnetotérmico omnipolar con poder de corte superior a la corriente de cortocircuito indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión.

El calibre del magnetotérmico se indica en las tablas de cálculos, debiendo ser inferior a la intensidad máxima admisible de la línea y superior a la intensidad de diseño. La curva de disparo se ha elegido C.

Se instalará un interruptor de corte en carga enclavable en el armario de interconexión a red de la instalación fotovoltaica. La misión de este equipo es permitir la desconexión manual de la instalación de modo que garantice la seguridad del personal durante las labores de mantenimiento en la red de la compañía eléctrica.

Sobretensiones

La instalación de alterna quedará protegida mediante la protección integrada en la salida del convertidor.

Contactos directos e indirectos

La instalación contará con diferencial de 300 mA de sensibilidad en la parte AC. El calibre del interruptor automático se coordinará con el del diferencial para garantizar la



vida del componente y su correcto funcionamiento.

Separación Galvánica

Es un requisito de obligado cumplimiento para instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión, según RD 1663/2000, de 29 de septiembre.

En este caso, la separación entre los circuitos de corriente AC y DC queda garantizada mediante el transformador de aislamiento integrado en el inversor.

13.2.4 Funcionamiento en isla

Según lo dispuesto en el artículo 8 del RD 1663/2000 se debe evitar el funcionamiento en modo isla del generador fotovoltaico, eliminando situaciones de riesgo para los operarios de la compañía en caso de quedar la instalación desconectada de la red si existen consumos asociados en el mismo punto.

El inversor elegido asegura la desconexión de la red en este caso.

13.2.5 Armónicos y compatibilidad electromagnética

El fabricante del inversor acredita mediante certificados el cumplimiento de los niveles de emisión e inmunidad frente a armónicos y de compatibilidad electromagnética de acuerdo con el RD 1663/2000.

13.2.6 Puesta a tierra de la instalación

La instalación fotovoltaica dispondrá de una tierra independiente, de modo que las masas de la instalación estarán conectadas independientemente de la del neutro de la empresa distribuidora, así como de las masas del resto del suministro.

En la instalación DC el esquema de distribución será IT con conductores activos aislados de tierra. Se conectarán a tierra todas las masas metálicas de la instalación, mediante latiguillos de cobre en los casos en los que la continuidad eléctrica no quede garantizada.

Según se ha indicado, se empleará un CPA en la instalación de continua. Para el cálculo de corrientes de defecto en esquemas IT se ha empleado la siguiente formula:



$$Id = \frac{U}{Ra + Rb + Z}$$

Donde:

U es la tensión de funcionamiento del sistema

Id es la corriente de defecto en primer fallo

Ra es la resistencia de puesta a tierra de las masas de la instalación

Rb es la resistencia de puesta a tierra de cabecera (inversor en este caso)

Z es la impedancia limitante de Id en el CPA.

Mientras que la tensión de contacto en la instalación, que deberá ser inferior a la tensión límite convencional, puede expresarse como:

$$Uc = Id Ra < Ucl = 50V$$

Los valores de Ra y Rb pueden estimarse a partir del electrodo de puesta a tierra elegido, a partir de las siguientes expresiones que corresponden respectivamente a placa enterrada, pica de puesta a tierra y conductor enterrado horizontalmente:

$$R = 0,8 \cdot \rho / P$$

$$R = \rho / L$$

$$R = 2 \rho / L$$

Donde:

ρ = resistividad del terreno (estimada más desfavorable)

P = perímetro de la placa

L = longitud de la pica o de conductor

La configuración elegida es la de una tierra común a toda la instalación formada por conductor enterrado horizontalmente con picas de refuerzo de 2 metros Ac-Cu y 14 mm de diámetro dispuestas en paralelo, supuesto el coeficiente de agrupación de las mismas de 1,2 .

Se adopta el valor para la resistividad del terreno de 300 Ωm , correspondiente suelo pedregoso cubierto de césped.

Fijando el valor de Z en 2 k Ω y sustituyendo valores obtenemos que:

$$Ra = 36 \Omega$$

$$Rb = 0 \Omega$$

$$Uc = 10,95 V$$



En el tramo AC se seguirá un esquema de distribución TT, con las masas de los equipos conectadas a un mismo conductor de protección, y el neutro puesto a tierra.

La resistencia máxima admisible de puesta a tierra se obtiene a partir de la intensidad de defecto de la protección diferencial, en este caso 300 mA.

La puesta a tierra es común a la instalación de continua.

Los valores obtenidos son:

$$R_{ac} = 36 \, \Omega$$

$$I_{dac} = 0,3 \, A$$

$$U_{cac} = 10,8 \, V$$

La continuidad del sistema de tierras se garantizará interconectando todos los elementos mediante conductor enterrado de $35 \, \text{mm}^2$ de sección.

Los conductores de protección cumplirán lo establecido en la ITCBT-18

13.3 Cálculos energéticos

A continuación se calcula la energía aportada por la instalación en base a la potencia instalada, la orientación de los módulos fotovoltaicos, su inclinación y otros factores que hacen disminuir el rendimiento de la instalación.

Los parámetros fundamentales de diseño de la instalación son:

- | | |
|------------------------------|---|
| - Emplazamiento: | Av. de Alpedrete 5, Alpedrete. |
| - Provincia: | Madrid |
| - Latitud : | 40.660779° |
| - Longitud: | -4.063985° |
| - Altitud: | 936 m |
| - Azimut instalación: | 0°SW |
| - Inclinación instalación: | 30° |
| - Orientación Cubierta: | 0° |
| - Inclinación Cubierta: | 5° |
| - Potencia Módulo: | 240 Wp |
| - Tolerancia Módulos: | 5% |
| - Número Módulos: | 1512 ud |
| - Potencia instalada (kWp): | $1512 \text{ módulos} \times 240 \text{ Wp} = 362,40 \text{ kWp}$ |
| - Potencia nominal Inversor: | $85 \text{ kW} \times 4 \text{ inversores} = 340 \text{ kW}$ |

Para calcular el rendimiento de la instalación, debemos determinar en primer lugar los rendimientos de cada componente que interviene en la instalación.

Entre los factores más relevantes encontramos:

- FS: Factor de sombra.
- Fa: Factor de azimut, tenemos un ángulo de la instalación respecto del sur de 0° .
- Fpol: Factor de polvo. Pérdida por acumulación de polvo en los paneles solares.
- FCcc: Caída de tensión en los conductores de corriente continua (máx.1.5%).
- FCca: Caída de tensión en los conductores de corriente alterna, (máx.1%).
- FD: Dispersión de parámetros. Tolerancia de paneles.
- Finv: Rendimiento del inversor.
- FT: Factor de temperatura. Variación respecto de los 25° nominal para paneles.
- PR: Rendimiento de aparatos y equipos (sin contar sombra, azimut y de polvo).
- PRG: Rendimiento total de la instalación.

13.3.1 Orientación de los módulos fotovoltaicos

Al tratarse de un sistema de paneles fijos, la cantidad de radiación solar que los paneles son capaces de captar es menor que si estuvieran perpendiculares a los rayos solares en todo momento. La orientación e inclinación de los módulos se ha optimizado para obtener la máxima irradiación a lo largo de todo el año.

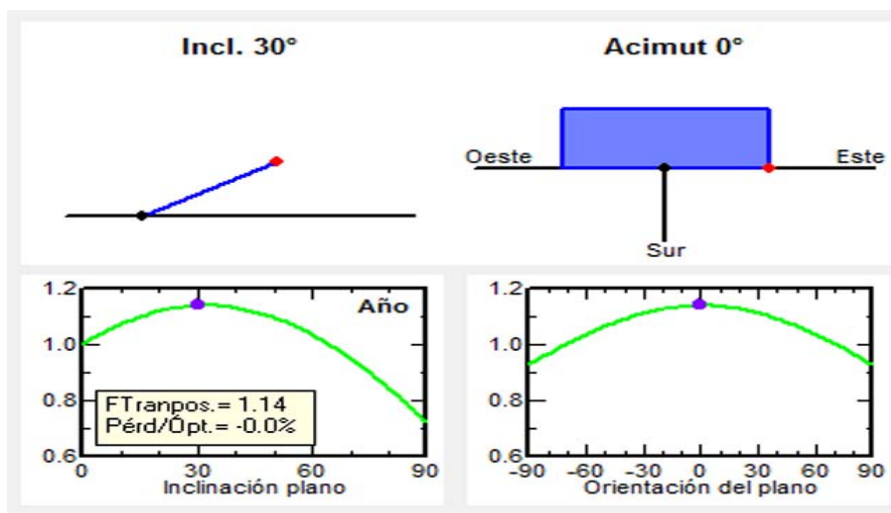


Figura 15. Optimización con respecto a productividad de irradiación anual.

La inclinación y orientación de los módulos que se disponen sobre la cubierta se ha calculado de tal forma que el módulo esté orientado al sur e inclinado 30° . Para ello, la orientación e inclinación del módulo sobre la cubierta se ha calculado obteniéndose los resultados siguientes:

Inclinación del módulo sobre la cubierta: 25°
Orientación del módulo sobre la cubierta: 0°

13.3.2 Sombreado de los paneles

El hecho de que se produzcan sombras debido a árboles o edificios cercanos sí podría originar grandes pérdidas de rendimiento por lo que se ha tenido muy en cuenta a la hora de ubicar la instalación.

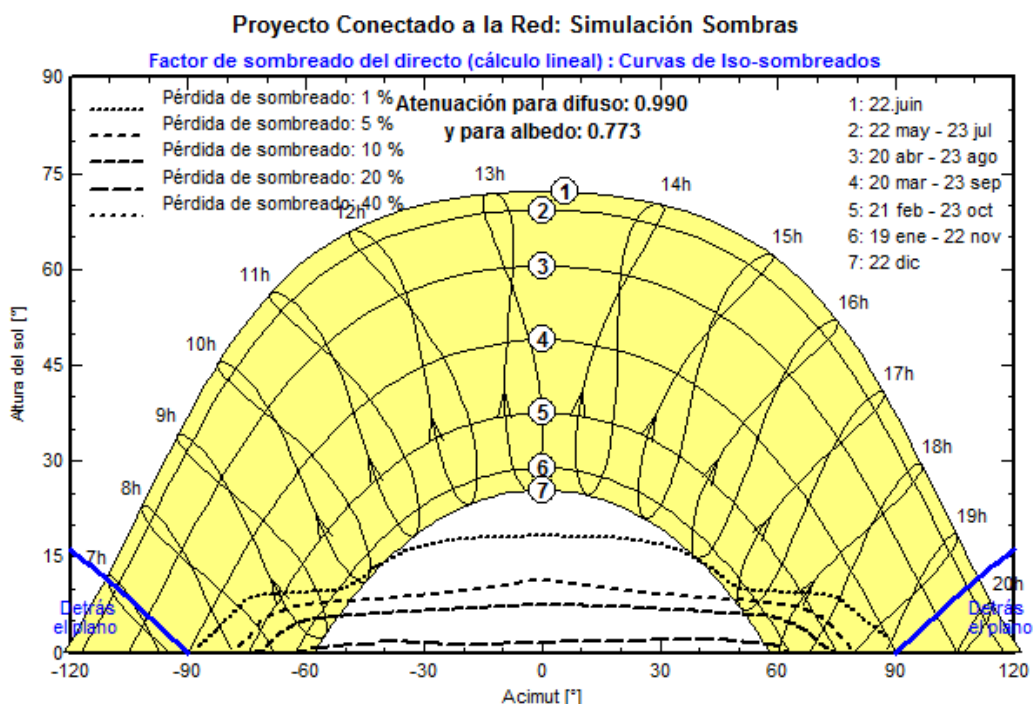


Figura 16. Línea del perfil de obstáculos.



Las pérdidas por sombreado se han evaluado de dos formas:

Por un lado, las pérdidas por sombreado del entorno ocasionadas por edificios, árboles, montañas, etc. A la hora de diseñar la Edar se ha tenido en cuenta esto y los árboles que se plantarán en los terrenos de la Edar estarán lo suficientemente alejados de la instalación fotovoltaica como para que las pérdidas en el día más desfavorable (21 diciembre) no superen el 0,5%.

Por otro lado, las pérdidas por sombreado ocasionadas entre filas de módulos.

En la instalación, se han separado las filas de módulos entre sí para que el día del solsticio de invierno las pérdidas no sean mayores del 0,5%

13.3.3 Suciedad de los paneles

Si se acumula una cantidad excesiva de suciedad debido a una falta de mantenimiento o a una frecuencia de lluvias insuficiente, se puede dejar de producir entre un 4 y un 15% de la energía.

Esto deberá tenerse muy en cuenta para programar limpiezas periódicas de los módulos.

13.3.4 Cálculo de la producción

Los valores de radiación se obtienen a partir de los datos de las Estadísticas Climáticas obtenidas a través de METEONORM, software basado en 25 años de experiencia en el desarrollo de bases de datos meteorológicas para aplicaciones de energía. Es una referencia meteorológica que incorpora un catálogo de datos meteorológicos y procedimientos de cálculo para aplicaciones solares y diseño de sistemas para cualquier localidad en el mundo.

Para el cálculo se ha considerado un año con radiación promedio (es posible que haya variaciones en un año concreto, pero éstas serán mínimas). Siendo los datos utilizados los del promedio mensual de los valores acumulados por días de la Irradiación Global Horizontal ($\text{Wh/m}^2 \cdot \text{día}$) y el promedio mensual de temperatura ambiente diurna ($^{\circ}\text{C}$). La extrapolación de la Irradiación Global Horizontal a Irradiación Global en el plano de captación se ha realizado utilizando correlaciones típicas de radiación difusa / radiación directa. La distancia entre módulos se ha optimizado para minimizar las pérdidas por sombreado entre filas de módulos, garantizando unas pérdidas menores al 0,5% en el solsticio de invierno



El cálculo de la producción, según el pliego de condiciones técnico del IDAE, se calcula a partir de:

- $G_{dm}(Q)$: Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre superficie horizontal, en $kWh/(m^2 \cdot día)$
- $G_{dm}(\alpha, \beta)$: Valor medio mensual y anual de la irradiancia diaria sobre el plano del generador en $kWh/(m^2 \cdot día)$ El parámetro α representa el azimut y el β la inclinación del generador.
- PR: "Rendimiento energético de la instalación": Eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo.
- P_{mp} : Potencia pico del generador
- G_{cem} : $1 kWh/m^2$

Los valores de radiación y temperatura ambiente obtenidos son:

Mes	Días	Irradiación Horizontal ($kWh/m^2 \cdot día$)	Factor de corrección ($0^\circ, 30^\circ$)	Irradiación Plano Módulos ($kWh/m^2 \cdot día$)	Temperatura Amb. Diurna ($^\circ C$)
Enero	31	2,126	1,616	3,435	4,89
Febrero	28	2,771	1,375	3,811	6,67
Marzo	31	4,539	1,247	5,661	8,93
Abril	30	5,09	1,079	5,493	10,82
Mayo	31	6,545	0,977	6,397	14,34
Junio	30	7,423	0,943	7	19,19
Julio	31	7,429	0,963	7,152	23,48
Agosto	31	6,487	1,048	6,797	23,12
Septiembre	30	5,027	1,193	5,993	18,93
Octubre	31	3,381	1,322	4,471	14,56
Noviembre	30	2,14	1,509	3,227	8,6
Diciembre	31	1,577	1,585	2,503	5,4
Año	365	4,555	1,135	5,17	13,29

Tabla 21. Irradiación global horizontal e Irradiación en el plano receptor.

A partir del PR, la estimación de rendimiento de la instalación y la producción mensual se indican en la siguiente tabla.

**Producción de la instalación:**

Mes	Días	Radiación en kWh/m ²		Producción en			Producción kWh
		G _{dm} (30°,Sur)/día	G _{dm} (30°,Sur)/mes	PR	EP/día	EP/mes	
Enero	31	3,435	106,5	0,829	2,848	88,289	32011
Febrero	28	3,811	106,7	0,823	3,136	87,814	31869
Marzo	31	5,661	175,5	0,806	4,563	141,453	51316
Abril	30	5,493	164,8	0,79	4,339	130,192	47232
Mayo	31	6,397	198,3	0,778	4,977	154,277	55995
Junio	30	7	210	0,752	5,264	157,92	57275
Julio	31	7,152	221,7	0,734	5,25	162,728	59077
Agosto	31	6,797	210,7	0,739	5,023	155,707	56490
Septiembre	30	5,993	179,8	0,763	4,573	137,187	49773
Octubre	31	4,471	138,6	0,787	3,519	109,078	39582
Noviembre	30	3,227	96,8	0,809	2,611	78,311	28432
Diciembre	31	2,503	77,6	0,82	2,052	63,632	23089
Año	365	5,17	1886,9	0,777	4,017	1466,121	532141

Tabla 22. Producción mensual y anual.

La estimación de energía inyectada se realiza mediante la siguiente expresión:

$$E_p = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) \cdot P_{mp} \cdot PR}{G_{CEM}} \text{ KWh / día}$$

Esta estimación está realizada sin tener en cuenta las pérdidas que la compañía eléctrica pueda estimar en la instalación, como las correspondientes a la transformación de baja tensión a media tensión. En base a la producción obtenida la compañía suministradora abonará el pago correspondiente según las leyes vigentes.

La producción estimada será:

Ratio producción (KWk/kWp)	1465,95
Producción anual (kWh)	532141



13.3.5 Cálculo de las emisiones evitadas

Para el cálculo de las emisiones de CO₂, SO_x y otros contaminantes, que se evitarían gracias a la instalación se va a utilizar como si esta misma energía se produjese en una central térmica, obteniendo así las emisiones producidas, por cada kWh, a partir de fuentes convencionales de energía. Como la energía fotovoltaica no produce emisiones, todas las emisiones que se producen a partir de la central térmica son las que se van a evitar gracias a la instalación fotovoltaica.

Los residuos nucleares son los evitados en el caso de que esta misma energía se obtuviese en una Central Nuclear.

	Unitarios/kWh	Emisiones evitadas	Unidades
CO ₂	0,0001582	84,1847062	Tm
No _x	0,000002986	1,588973026	Tm
SO ₂	0,000002971	1,580990911	Tm
CO	0,000267	142,081647	Kg
Partículas	0,001626	865,261266	Kg
Hidrocarburos	0,000102	54,278382	Kg
Residuos Nucleares	0,000003641	1,937525381	Tm
Toneladas de Petróleo equivalentes	0,000086	45,764126	Tm
Toneladas de CO ₂ *	0,000464	246,913424	Tm

Tabla 23. Emisiones evitadas.

Fuente: US department of energy, council for renewable energy education. Ministerio de Industria y Energía

(*)El kWh producido en España causa unas emisiones por término medio de 464 g de CO₂, según los datos incluidos en el Plan de Energías Renovables (PER).



PRESUPUESTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA



14. PRESUPUESTO

Descripción	Cantidad	Precio Und.	Importe (€)
-------------	----------	-------------	-------------

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICOS

Módulo fotovoltaico policristalino marca Siliken, modelo SLK60PL 240Wp-29.6V, dimensiones 1640x990x4	1.512	247	373.464,00
--	-------	-----	------------

Inversor Siliken Electronics, modelo SE85i, de 85kW de potencia nominal, resto de características según memoria de proyecto, totalmente instalado.	4	18.846,60	75.386,40
--	---	-----------	-----------

Estructura soporte de anclaje a cubierta formada por perfil metálico 10x70x4mm de aluminio con certificado de garantía, Omega de aluminio anodizado para la sujeción de los paneles fotovoltaicos a perfilería. Incluida tornillería de anclaje de perfilería.	1.512	32,50	49.140,00
--	-------	-------	-----------

INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Cuadro secundario de protecciones de corriente continua compuesto por: envolvente poliester IP65, con tapa transparente, estanco, de dimensiones 600x400x230mm, constituidos por 42 fusibles cerámicos cilíndricos de 10x38mm de 10A de corriente continua tipo gR con portafusibles e interruptor de corte tetrapolar en carga, para corriente continua de hasta 250A y 900V.	4	1.392,35	5.569,40
--	---	----------	----------

Cuadro General de corriente continua, compuesto por: envolvente poliester IP65 de dimensiones 750x550x230mm, 2 fusibles cerámicos NH0 gR de hasta 200A para cada polo, interruptor de corte en



carga para corriente continua de hasta 250A 900V, varistores con descargador de arco para protección ante descargas atmosféricas tipo II, embarrado de tierras y p.p. de la puesta a tierra del sistema.	4	1545,73	6.182,92
Cuadro metálico de dimensiones 900x500x440mm Constituido por un interruptor automático 160A y relé diferencial de 300mA, poder de corte 25kA.	4	1144,03	4.576,12
Cuadro metálico de dimensiones 900x500x440mm Constituido por un interruptor automático 500A y relé diferencial de 300mA, poder de corte 25kA	1	2.102,38	2.102,38
Instalaciones de enlace formadas por hornacina prefabricada de hormigón y caja de protección y maniobra incluyendo módulo de medida con transformadores de tensión e intensidad y esquema normalizado de conexión, según normas de la compañía distribuidora, incluso fusibles 500A	1	3.253,42	3.253,42
Cable RV-K 0,6/1kV, sección 16 mm² tendido en bandeja	3.200	1,09	3.488,00
Cable RV-K 0,6/1kV, sección 35 mm² totalmente instalado en canalización.	40	2,75	110,00
Cable RV-K 0,6/1kV, sección 70 mm² totalmente instalado en canalización.	75	6,88	516,00
Cable RV-K 0,6/1kV, sección 95 mm² totalmente instalado en canalización.	240	8,33	1999,20
Cable RV-K 0,6/1kV, sección 150 mm² totalmente instalado en canalización.	180	14,04	2527,20
Bandeja metálica perforada con tapa de dimensiones 100x35mm	240	10,86	2606,4



EDAR DE CBR ALIMENTADA MEDIANTE SFCR

Línea principal de tierra con conductor desnudo de Cu de 35 mm² de sección, instalado sobre pared o enterrado a una profundidad de 0,8 m.	30	3,92	117,60
---	-----------	-------------	---------------

Total			531.039,04
--------------	--	--	-------------------



15. CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos tras la simulación de generación eléctrica de la instalación fotovoltaica y los cálculos estimativos del consumo energético de la EDAR, Se puede afirmar que el balance de energía en el cómputo total es positivo. Siendo la producción un 27% superior al consumo.

Es preciso remarcar que durante los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero, la radiación solar es menos intensa, lo que conlleva a la disminución de la energía eléctrica que el generador fotovoltaico es capaz de suministrar. Esto supone que durante esos meses parte de la energía necesaria deberá proporcionarla la compañía suministradora, en este caso IBERDROLA.

De manera inversa durante los meses estivales, la producción es muy superior a la demanda, compensando de este modo la energía que se ha tenido que importar. Este pico en la producción coincide con los meses en que la EDAR tiene mayor volumen de aguas debido al aumento de la población del municipio en la época vacacional, lo que favorece a suavizar las diferencias entre demanda y consumo.

La tecnología fotovoltaica no genera durante las horas de oscuridad, pero eso no supone un notable sobrecoste en energía eléctrica, ya que a partir de medianoche los caudales a depurar por la EDAR disminuyen sustancialmente y el precio de la energía contratando una tarifa nocturna es también inferior.

Actualmente a la crisis energética, que apunta hacia una crisis crónica del petróleo, hay que sumarle la crisis económica que empuja a una subida por parte del gobierno de los impuestos en las energías. Todo esto hace que el sobrecoste de la instalación fotovoltaica sea amortizado con mayor rapidez, y que la energía exportada ayude a disminuir los costes de explotación de la EDAR.

Con la construcción de este tipo de EDAR se adopta una solución que minimiza la producción de vertidos, reduce el consumo de energía en comparación con una planta convencional y evita las emisiones de contaminantes atmosféricos mediante un sistema ecológicamente aceptable.



16. POSIBLES MEJORAS

La estación depuradora ha sido diseñada de manera modular, facilitando la posibilidad de incrementar la capacidad de depuración con solo añadir nuevas líneas de tratamiento en paralelo. De igual forma a la instalación fotovoltaica se le pueden sumar nuevos módulos a los cuatro ya existentes. Todo esto otorga a la EDAR una enorme capacidad de adaptación frente a futuros aumentos de población.

El tratamiento de fangos, que no ha sido objeto de este proyecto, puede constituir una futura mejora aumentando la capacidad de autosuficiencia energética de la estación, aprovechando el gas producido durante la digestión de lodos para la producción de electricidad.



BIBLIOGRAFÍA

HERNÁNDEZ, Aurelio, GALAN, Pedro. “Manual de depuración Uralita” (Paraninfo).
ISLA DE JUANA, Ricardo. Proyectos de plantas de tratamiento de aguas (Bellisco).
SEGURA COBO, Carlos. “Maquinaria para tratamiento y depuración de aguas”. (Bellisco).
HERNÁNDEZ LEHMANN, Aurelio. “Manual de diseño de estaciones depuradoras de aguas residuales”. (Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos).
GARCÍA TRASANCOS, José. “Instalaciones eléctricas en media y baja tensión”. (Bellisco).
ALONSO ABELLA, Miguel. “Sistemas fotovoltaicos. Introducción al diseño y dimensionado” (S.A.P.T. Publicaciones)

PÁGINAS O DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS EN LA RED

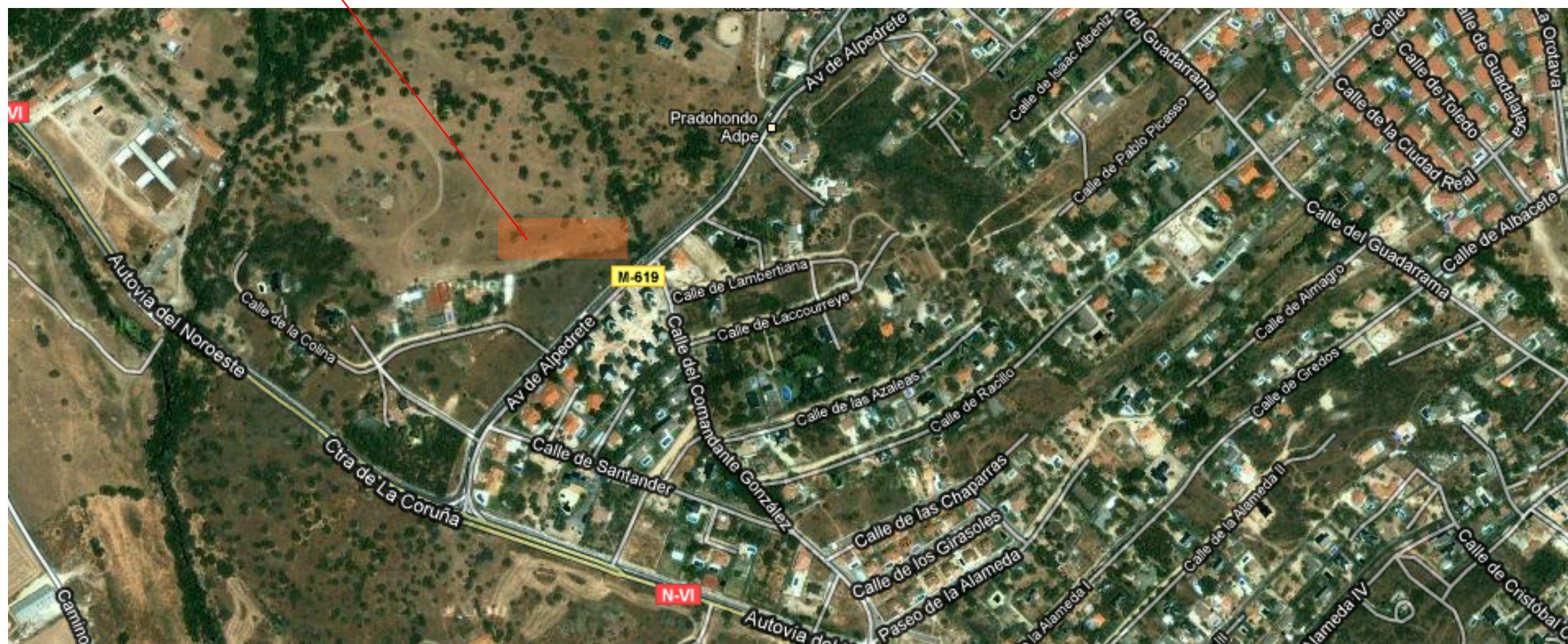
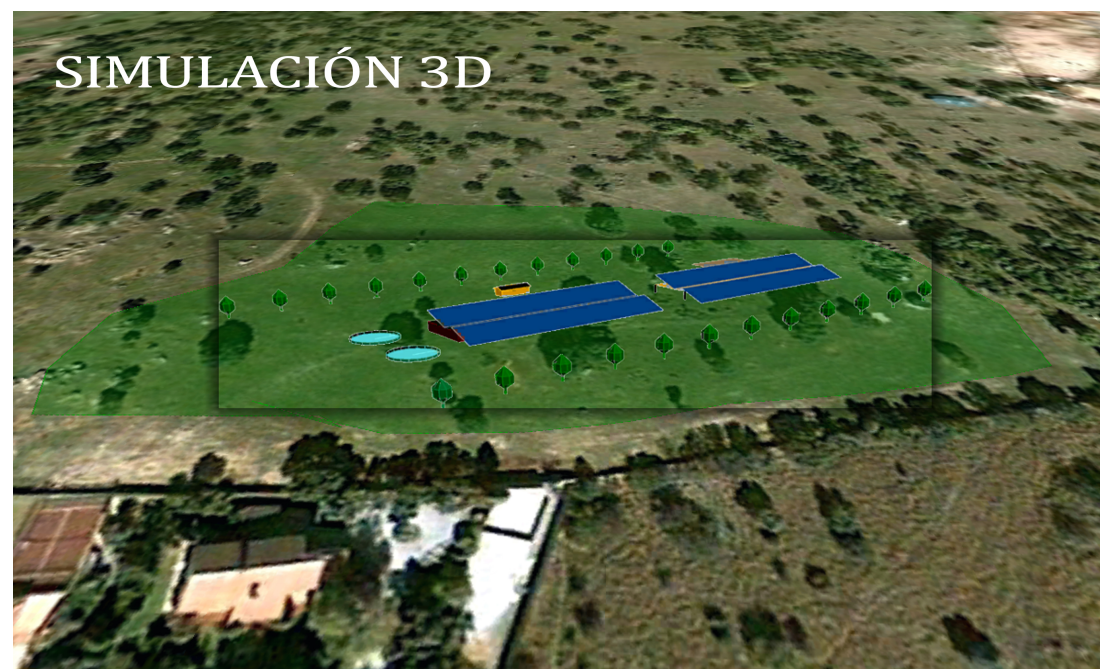
<http://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/ingenieria-ambiental>
http://www.silikelectronics.com/digitalAssets/Manual_Instalacion_SE100i-SE85i.pdf
<http://ecatalogo.schneiderelectric.es>
<http://asif.org/>
<http://www.cne.es>
<http://www.energiasrenovables.ciemat.es/>
<http://www.idae.es/>


SOFTWARE

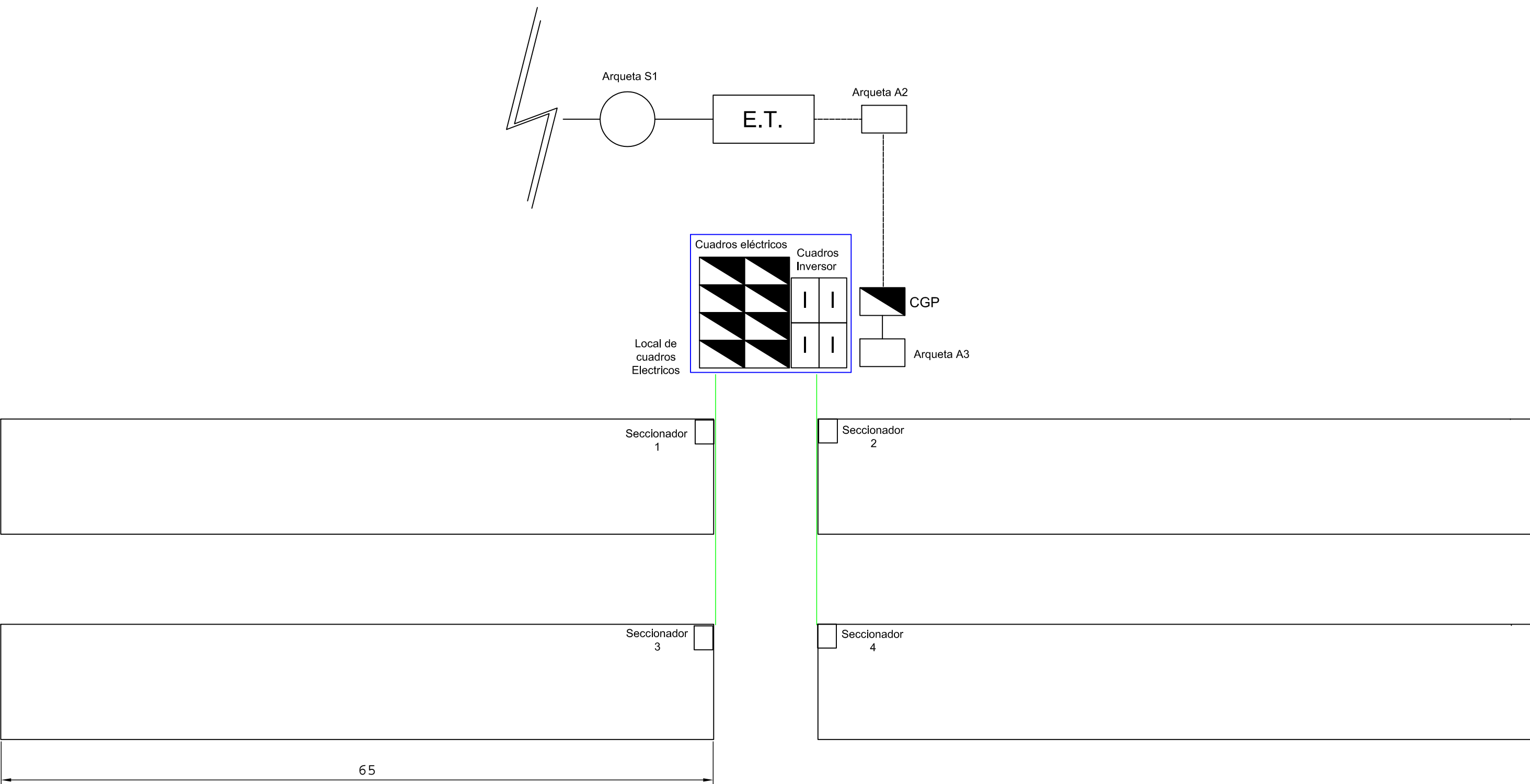
Meteonorm 5.0
PVSYST V5.41
Google Earth




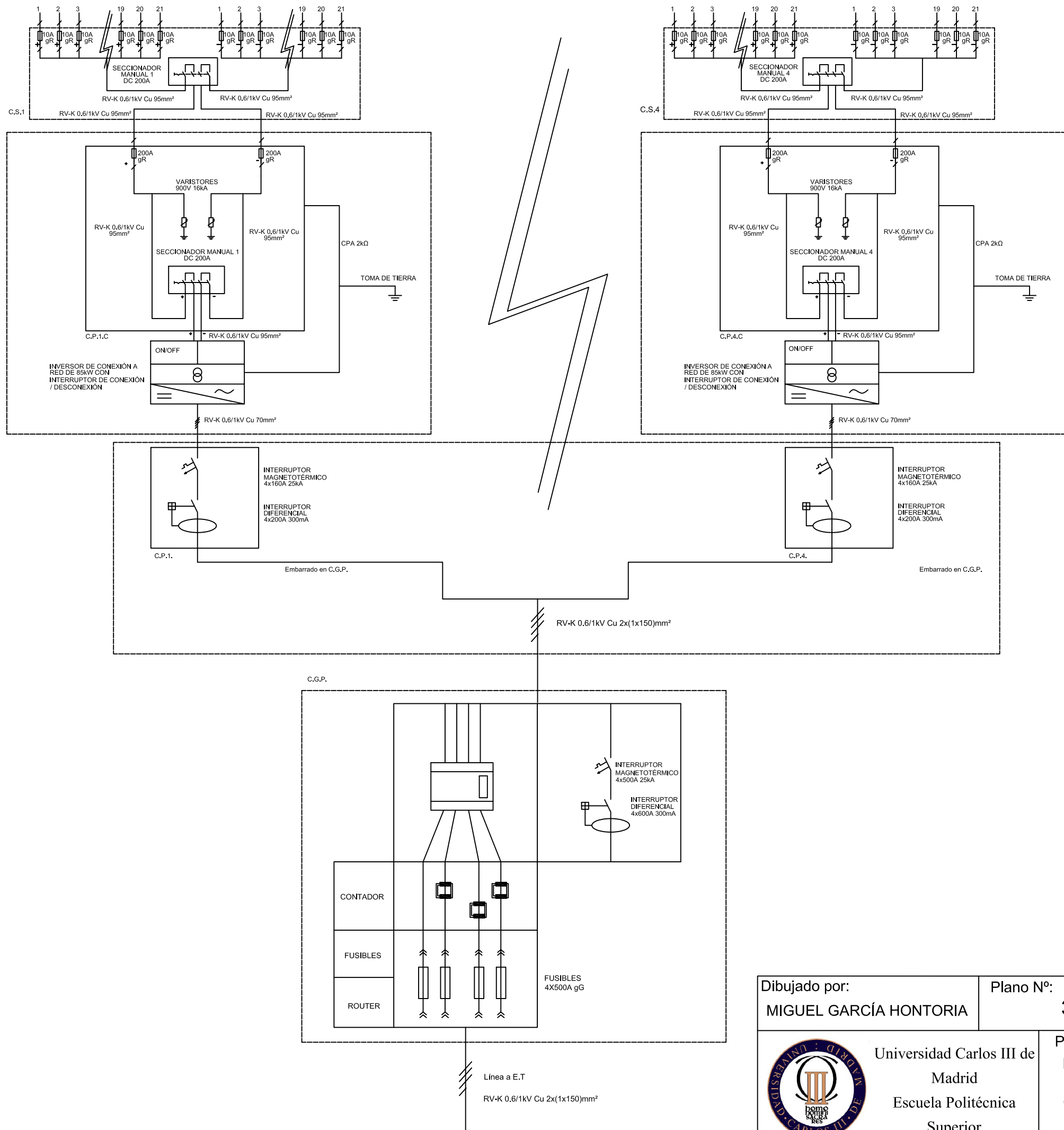
PLANOS




Dibujado por: MIGUEL GARCÍA HONTORIA	Plano Nº: 1	Escala: Variable	Fecha: Junio 2011
 Universidad Carlos III de Madrid Escuela Politécnica Superior	Proyecto: EDAR DE ALPEDRETE CON INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED	Plano: SITUACIÓN DE LA INSTALACIÓN	



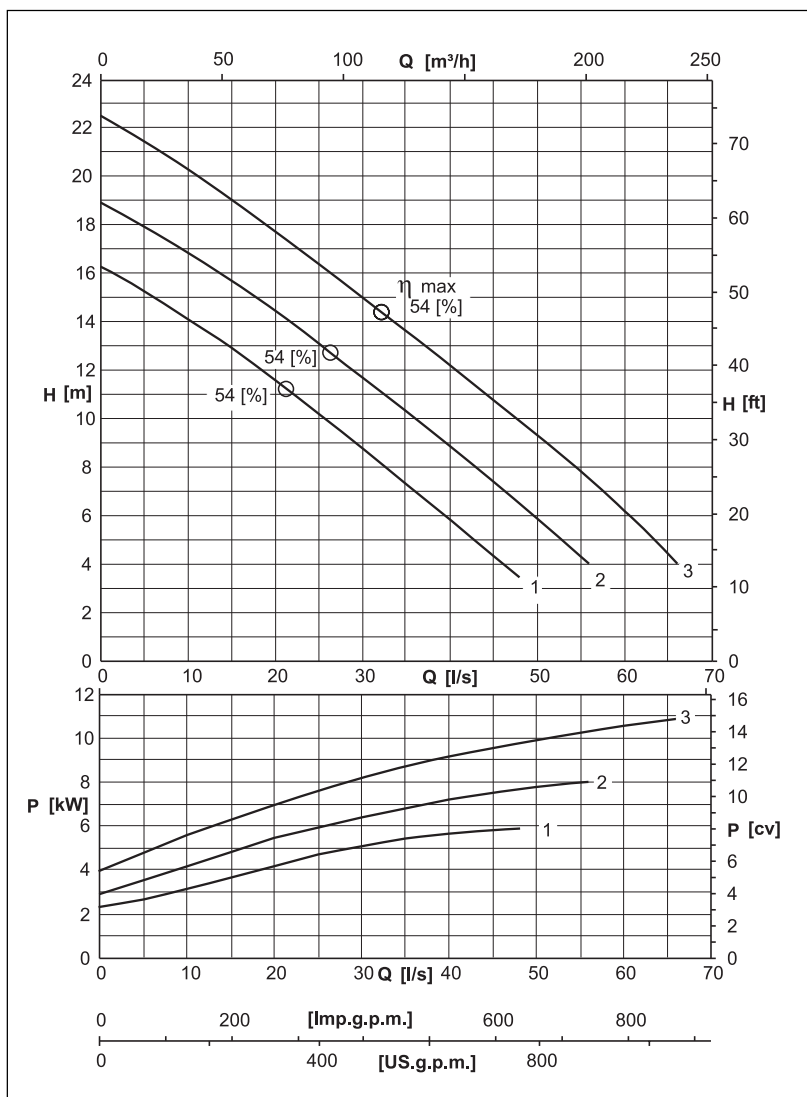
Dibujado por: MIGUEL GARCÍA HONTORIA	Plano N°: 2	Escala: Variable		Fecha: Junio 2011
 Universidad Carlos III de Madrid Escuela Politécnica Superior	Proyecto: EDAR DE ALPEDRETE CON INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED		Plano: INSTALACIÓN ELÉCTRICA	



Dibujado por: MIGUEL GARCÍA HONTORIA	Plano N°: 3	Escala: Variable	Fecha: Junio 2011
 Universidad Carlos III de Madrid Escuela Politécnica Superior	Proyecto: EDAR DE ALPEDRETE CON INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED	Plano: ESQUEMA UNIFILAR	



ANEXO 1: equipos



Poli
Polos
Pole

4/50 Hz KCW100L

girante aperta arretrata
rodete abierto retrasado
 Wirbelstrom-Laufrad



CARATTERISTICHE TECNICHE

Elettropompa tipo <i>Electrobomba tipo</i> Elektropumpe Typ	Passaggio libero <i>Paso libre</i> Kugeldurchgang	Sonde termiche <i>Sondas térmicas</i> Temperaturfühler	Sonda di conduttività <i>Sonda de conductividad</i> Leitfähigkeits-Aufnehmer
	[mm]		
KCW100L.. +42N1	ø 100	si <i>si</i> ja	si <i>si</i> ja
KCW100L.. +42X1			

CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO - CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO - BETRIEBSDATEN

[illegible]

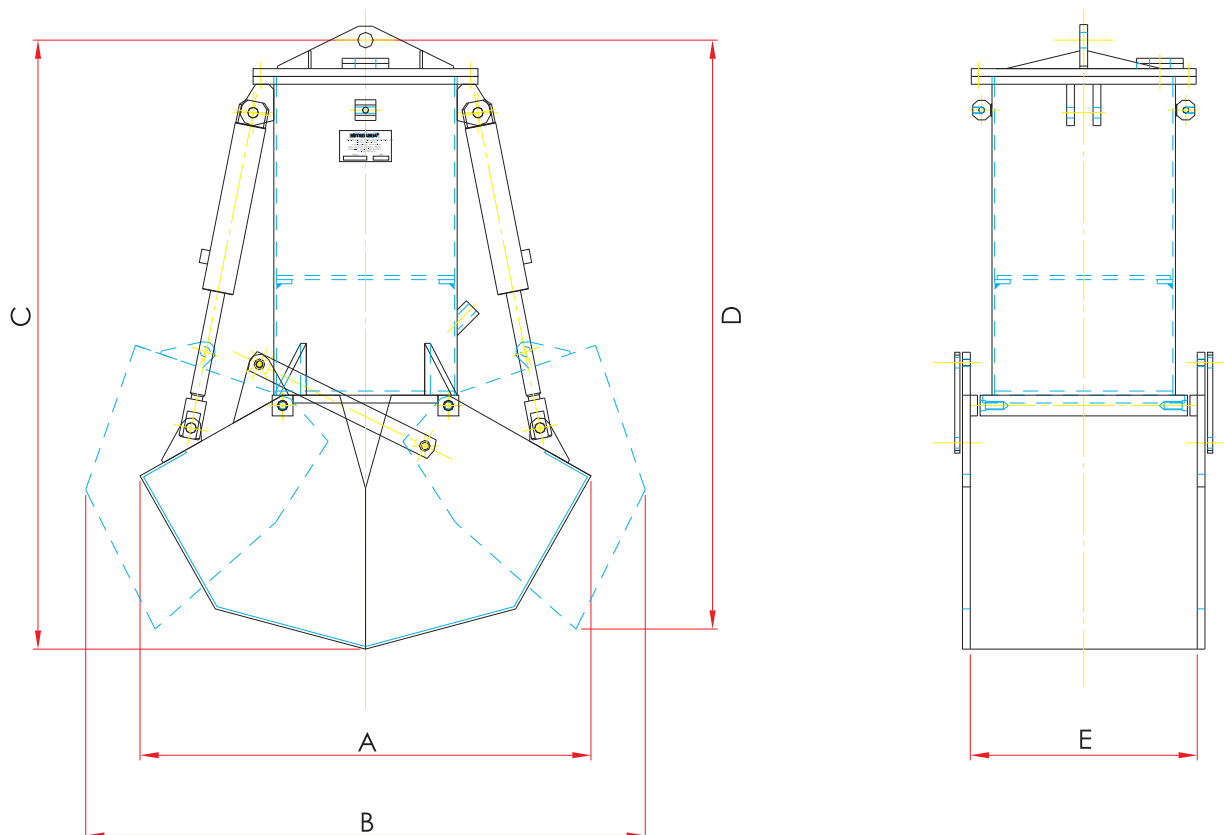
NOTE - NOTAS - HINWEISE

P₂ = Potenza resa dal motore - *Potencia suministrada por el motor* - Abgabeleistung Motor.

Tolleranze sulle prestazioni secondo norme UNI/ISO 9906 Livello 2 - Tolerancias sobre las prestaciones según normas UNI/ISO 9906 Nivel 2 - Toleranz der Leistungen gemäß der Normen UNI/ISO 9906 Klasse 2.

(1) Per i modelli in versione antideflagrante ATEX II 2G EExd IIB T4, la parte finale della sigla dell'elettropompa diviene +42X1
 Para los modelos en versión antideflagrante ATEX II 2G EExd IIB T4 la parte final de la sigla de la electrobomba pasa a ser +42X1
 Für die Modelle in ex-geschützter Ausführung ATEX II 2G EExd IIB T4, wird das Endstück der Elektropumpe-Kurzbezeichnung +42X1

Per caratteristiche motori vedere a pagina 51 - Para las características de los motores ver página 51 - Für die Motordaten bitte auf Seite 51 nachschlagen.
Per accessori vedere a pagina 49/50 - Para los accesorios ver página 49/50 - Für die Zubehörteile bitte auf Seite 49/50 nachschlagen.



TIPO	CAPACIDAD (Litros)	MOTOR (Kw)	PRESIÓN (Bars)	PESO (Kg)	DIMENSIONES (mm)				
					A	B	C	D	E
CP-100	100	1.1	120	450	870	1080	1175	1136	438
CP-150	150	1.5	100	550	956	1250	1275	1162	500
CP-300	300	2.2	100	610	1220	1580	1545	1438	620
CP-500	500	3	120	630	1520	2000	2020	1833	766
CP-600	600	4	100	670	1520	2000	2080	1920	800
CP-900	900	5	100	925	1720	2250	2340	2160	900
CP-1200	1200	7.5	100	1250	1920	2500	2600	2400	1000
CP-1500	1500	7.5	100	1350	2060	2680	2800	2580	1080
CP-1800	1800	10	100	1675	2200	2750	3000	2760	1160

Partes integrales:

Se puede decir que la reja a cadena DT-011, es un equipo sencillo, y que desglosaremos en los siguientes elementos,

Chasis constructivo.
Rejilla filtrante y peine limpiador
Cadena
Cuadro eléctrico

Chasis constructivo:

Construido totalmente en Acero al carbono galvanizado (estándar), constituye el soporte de todo el conjunto, formando una estructura fija de perfiles metálicos, tiene la misión de anclar la reja al canal y guiar los peines limpiadores por su interior.

Rejilla filtrante:

Las rejillas, se construyen en perfiles rectangulares, desde 10 mm, hasta 100 mm, en material de acero inoxidable calidad AISI 304 o 316.

Peine limpiador:

El peine se construye en material de Acero Inoxidable Calidad AISI 304 o 316, las púas se fabrican en una pieza independiente, lo que facilitan su cambio en caso de desgaste.

Cadena:

La cadena se suministra en Acero al carbono, Acero Inoxidable Calidad AISI 304 o 316.

Cuadro eléctrico:

Está constituido por un armario (Himel), en el interior del cual están incorporados los elementos eléctricos que accionan el mecanismo de limpieza, en el que se sitúan,

- Un selector de función, automático, paro, manual
- Un botón de marcha y otro de paro
- Un reloj temporizador de horario
- Un piloto de control de marcha
- Un piloto de control de disparo térmico
- Un interruptor general
- Un piloto de indicación de red

El cuadro eléctrico está protegido por una llave de acceso amando, lo cual garantiza la manipulación de la reja única y exclusivamente a personal autorizado.

Todo el equipo está fabricado bajo normas CE, para que sus elementos puedan encontrarse con facilidad en el mercado nacional.

Las rejillas, se construyen en perfiles rectangulares, desde 10 mm, hasta 100 mm, en material de acero inoxidable calidad AISI 304 o 316.

Peine limpiador:

El peine se construye en material de Acero Inoxidable Calidad AISI 304 o 316, las púas se fabrican en una pieza independiente, lo que facilitan su cambio en caso de desgaste.

Cadena:

La cadena se suministra en Acero al carbono, Acero Inoxidable Calidad AISI 304 o 316.

Cuadro eléctrico:

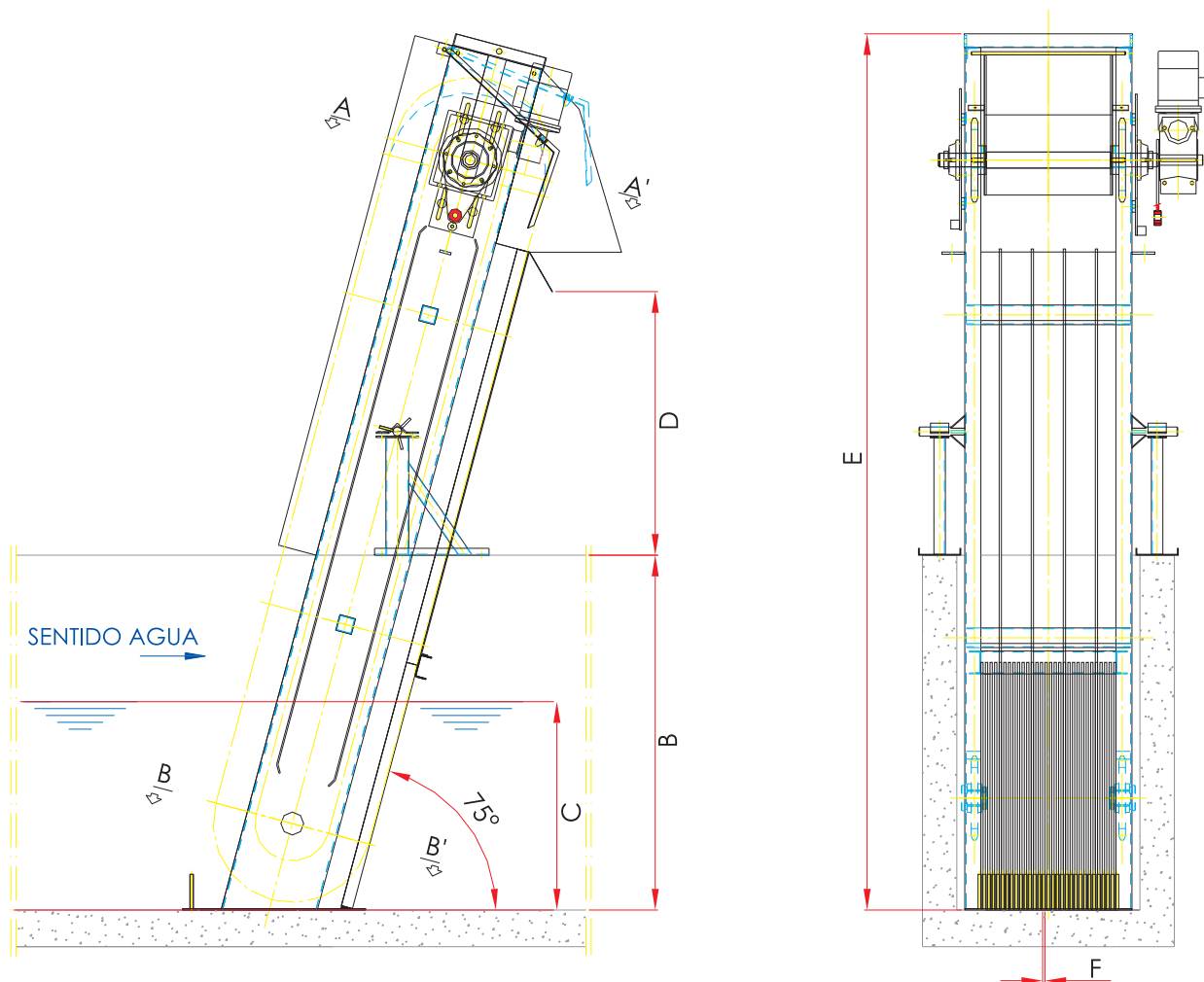
Está constituido por un armario (Himel), en el interior del cual están incorporados los elementos eléctricos que accionan el mecanismo de limpieza, en el que se sitúan,

- Un selector de función, automático, paro, manual
- Un botón de marcha y otro de paro
- Un reloj temporizador de horario
- Un piloto de control de marcha
- Un piloto de control de disparo térmico
- Un interruptor general
- Un piloto de indicación de red

El cuadro eléctrico está protegido por una llave de acceso amando, lo cual garantiza la manipulación de la reja única y exclusivamente a personal autorizado.

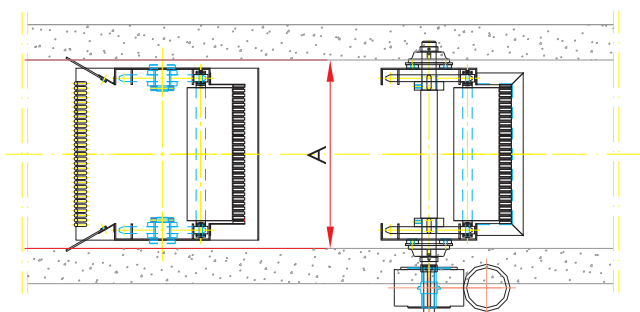
Todo el equipo está fabricado bajo normas CE, para que sus elementos puedan encontrarse con facilidad en el mercado nacional.

MODELO	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	DESCARGA (mm)	POTENCIA Kw	LONGITUD ARQUETA (mm)	LUZ DE PASO (mm)	VELOCIDAD AGUA m/s	CAUDAL m³/h
Dt-011.300	300	500	500	0.37	2000	25	0.5	100
Dt-011.300.1	300	1000	500	0.37	2500	25	0.5	200
Dt-011.400	400	500	500	0.37	2000	25	0.5	130
Dt-011.400.1	400	1000	500	0.37	2500	25	0.5	300
Dt-011.500	500	500	500	0.37	2000	25	0.5	225
Dt-011.500.1	500	1000	500	0.37	2500	25	0.5	400
Dt-011.600	600	1000	500	0.55	2500	25	0.5	600
Dt-011.600.1	600	1500	500	0.55	2800	25	0.5	850
Dt-011.700	700	1000	500	0.55	2500	25	0.5	850
Dt-011.700.1	700	1500	500	0.55	2800	25	0.5	1000
Dt-011.800	800	1000	500	0.55	2500	25	0.5	950
Dt-011.800.1	800	1500	500	0.55	2800	25	0.5	1350
Dt-011.900	900	1300	500	0.55	2700	25	0.5	1350
Dt-011.900.1	900	1700	500	0.55	3000	25	0.5	1800
Dt-011.1000	1000	1500	500	0.75	2800	25	0.5	2000
Dt-011.1000.1	1000	2000	500	0.75	3300	25	0.5	2500



SECCION B-B'

SECCION A-A'



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

A	Ancho canal
B	Alto canal
C	Cota de Agua
D	Alto de descarga desde piso de apoyo
E	Altura total reja
F	Paso



TAMIZ FILTRAROTOR GF

GENERALIDADES

El tamiz rotativo **FILTRAROTOR** es un filtro de alta capacidad con tamaño sustancialmente menor que otros filtros o tamices utilizados para separación sólido/líquido. Comparado con el tradicional tamiz estático el **FILTRAROTOR**, a una misma anchura, proporciona cinco veces más de capacidad de filtrado, siendo prácticamente nulos los atascos por su característico efecto de limpieza.

FUNCIONAMIENTO

El fluido a tratar es introducido por la brida situada en la parte exterior del cuerpo, distribuyéndose uniformemente por el aliviadero y rebosadero a través del tambor filtrante. Los sólidos quedan retenidos en la superficie del cilindro mientras que el fluido penetra a través de las ranuras efectuando una función de autolimpieza al volver a pasar por la parte inferior del tambor.

DESCRIPCIÓN:

Un **FILTRAROTOR** consta esencialmente de los siguientes elementos:

- **Un tambor filtrante**, construido íntegramente en acero inoxidable AISI-304 ó AISI-316 mediante el arrollamiento en espiral de un perfil triangular sobre unos nervios longitudinales. La base del mencionado perfil triangular coincide con la superficie exterior del tambor. Este conjunto de elevada rigidez y resistencia retiene en la superficie exterior los sólidos de tamaño superior a la luz empleada e impide la formación de cúmulos en el interior.
- **Un cuerpo del filtro**, construido en acero inoxidable AISI-304 o AISI-316. En el se fija el tambor filtrante en su parte delantera mediante rodamientos. En la parte posterior dispone de un depósito receptor del líquido a tamizar, distribuyendo este en corriente laminar.

Entre el tambor y el cuerpo de filtro el **FILTRAROTOR** dispone de unos cierres que aseguran la estanqueidad en la operación de filtrado. El acceso del fluido a tamizar al cuerpo de filtro se efectúa normalmente mediante una tubuladura embreadada.

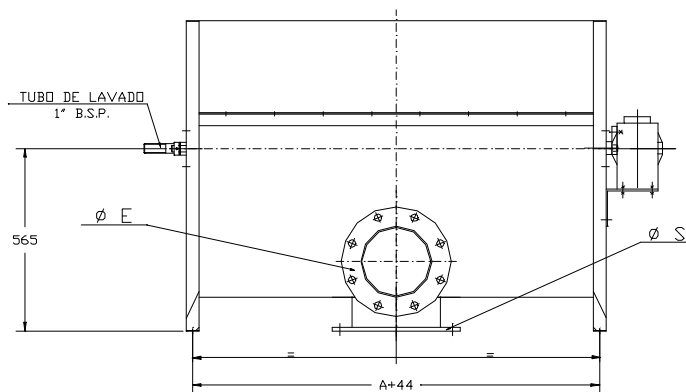
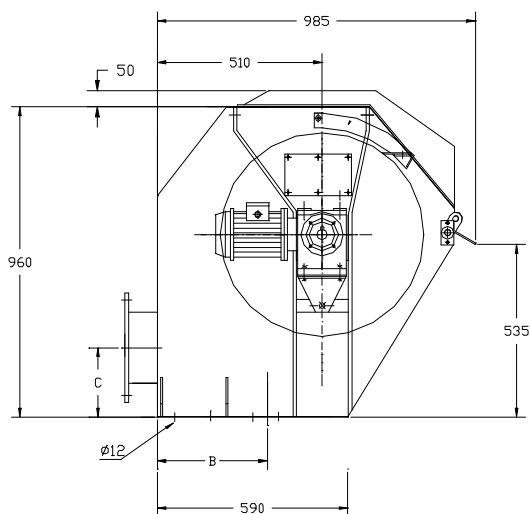
- **Una rasqueta limpiadora**, que elimina los sólidos depositados en la superficie del tambor filtrante. Está formada por una lamina de cobre, fijada en un eje articulado en los extremos, que se ajusta a la superficie del tambor con una presión constante y uniforme, por medio de mecanismos tensores, asegurando una perfecta limpieza de la superficie del tambor.
- **Un grupo de accionamiento**, consistente en un motorreductor o bien un motovariador-reductor acoplado directamente sobre el eje del tambor filtrante proporcionando a este su movimiento de rotación. Normalmente el accionamiento se consigue con motorreductor. Únicamente es recomendada la instalación de motovariador-reductor en los casos en que la operación de tamizado esté indeterminada en caudal y concentración.

- **Un deposito receptor del liquido filtrado**, construido en chapa de acero inoxidable. Se sitúa debajo del cuerpo de filtro recogiendo el líquido filtrado que es evacuado a través de una tubuladura embridada. En muchos casos la evacuación de filtrado se hace por canal haciendo innecesaria la instalación de este deposito.
- **Un tubo de lavado**, situado en el interior del tambor filtrante, provisto de toberas que proyecta agua a presión sobre la cara interior del tambor filtrante

Luces (mm)

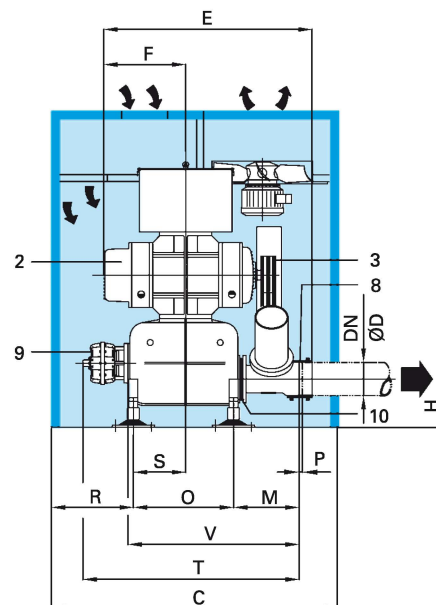
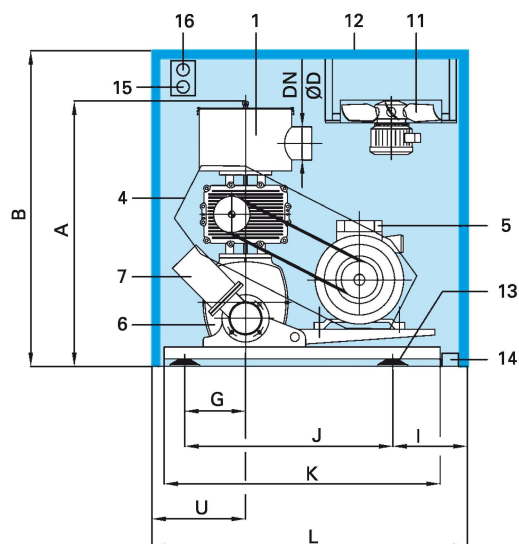
Modelo	0.25	0.5	0.75	1	1.5	2.5	PESO EN SECO	PESO EN CARGA
GF-4025	10	18	24	30	39	39	70	125
GF-63030	28	51	68	85	108	108	260	345
GF-63060	57	102	137	170	216	216	280	450
GF-63090	85	153	205	256	324	324	300	575
GF-63120	114	205	273	341	432	432	340	700
GF-63150	142	256	341	426	540	540	380	825
GF-63180	182	302	420	511	659	659	420	950
GF-90200	220	386	533	665	900	1200	1100	1870
GF-90300	230	580	800	1000	1350	1800	1240	2400

Capacidades en m³/h para agua con 200 ppm de s.s.



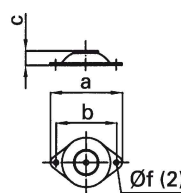
MODELO	A	B	C	ø E	ø S
GF-63030L	315	290	175	125	150
GF-63060L	615	315	190	150	200
GF-63090L	915	342	215	200	250
GF-63120L	1215	367	242	250	300
GF-63150L	1515	383	267	300	350
GF-63180L	1815	383	267	300	350

NOTA: TODAS LAS BRIDAS SERAN PN10 DIN2576

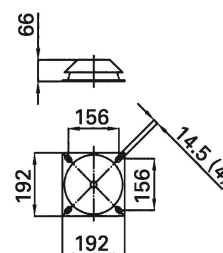


Pos. / Part.	Denominación	Description
1	Filtro silencioso asp.	Inlet silencer filter
2	Soplante SEM	SEM blower
3	Poleas y correas	Pulleys and belts
4	Protección de transmisión	Transmission protection
5	Motor de accionamiento	Drive motor
6	Base silenciador	Base silencer
7	Válvula de seguridad	Safety valve
8	Manguito flexible	Flexible sleeve
9	Válvula de alivio	Unloading valve
10	Válvula anti-retorno	Anti-return valve
11	Extractor	Extractor
12	Cabina insonorizante	Acoustic enclosure
13	Soportes elásticos	Flexible supports
14	Entrada de cableado	Cables inlet
15	Manómetro	Manometer
16	Detector de colmatación	Filling detector

SOPORTE ELASTICO
FLEXIBLE SUPPORT



SEM.1 TR a SEM.45 TR
SEM.1 TR to SEM.45 TR



SEM.55 TR a SEM.75 TR
SEM.55 TR to SEM.75 TR

Dimensiones / Dimensions

tipo type	DN	øD*	A	B	C	E	F	G	H	I	J	K	L	M	O	P	R	S	T	U	V	a	b	c	øf	peso weight kg**
SEM.1 TR	50	60	768	960	850	505	200	134	135	280	430	670	850	156	280	15	265	130	703	274	533	120	100	27	8,2	90
SEM.2 TR	50	60	768	960	850	528	220	134	135	280	430	670	850	156	280	15	265	130	703	274	533	120	100	27	8,2	100
SEM.4 TR	80	89	768	960	850	597	245	134	135	280	430	670	850	202	280	15	265	130	722	274	597	120	100	27	8,2	130
SEM.6 TR	80	89	864	1250	1100	641	265	155	165	257	725	1040	1200	210	409	15	335	245	866	373	639	148	124	28	10	140
SEM.8 TR	80	89	924	1250	1100	628	255	155	165	257	725	1040	1200	210	409	15	335	245	866	373	629	148	124	28	10	220
SEM.10 TR	80	89	924	1250	1100	652	278	155	165	257	725	1040	1200	210	409	15	335	245	866	373	652	148	124	28	10	235
SEM.11 TR	80	89	924	1250	1100	680	303	155	165	257	725	1040	1200	210	409	15	335	245	866	373	677	148	124	28	10	250
SEM.11,5 TR	100	114	967	1250	1100	770	346	213	180	313	725	1040	1200	241	465	15	335	285	957	375	767	148	124	28	10	275
SEM.11,6 TR	100	114	967	1250	1100	697	276	213	180	313	725	1040	1200	241	465	15	335	285	957	375	697	148	124	28	10	310
SEM.11,7 TR	100	114	967	1250	1100	752	314	213	180	313	725	1040	1200	241	465	15	335	285	957	375	735	148	124	28	10	335
SEM.12 TR	100	114	1075	1250	1100	756	324	213	180	313	725	1040	1200	241	465	15	335	285	957	375	745	148	124	28	10	375
SEM.11,8 TR	150	168	1345	1600	1450	948	369	308	245	378	1055	1400	1600	335	508	15	415	265	1120	475	907	214	182	39	12	510
SEM.15 TR	150	168	1345	1600	1450	993	404	308	245	378	1055	1400	1600	335	508	15	415	265	1120	475	942	214	182	39	12	560
SEM.25 TR	150	168	1385	1600	1450	979	390	308	245	378	1055	1400	1600	335	508	15	415	265	1120	475	928	214	182	39	12	675
SEM.20 TR	200	219	1561	1850	1600	1115	455	270	270	420	1055	1400	1700	365	690	15	360	395	1305	495	1115	214	182	39	12	690
SEM.35 TR	200	219	1590	1850	1600	1106	435	270	270	420	1055	1400	1700	365	690	15	360	395	1305	495	1095	214	182	39	12	745
SEM.40 TR	200	219	1590	1850	1600	1167	495	270	270	420	1055	1400	1700	365	690	15	360	395	1305	495	1155	214	182	39	12	790
SEM.45 TR	200	219	1655	1850	1600	1128	468	270	270	420	1055	1400	1700	365	690	15	360	395	1305	495	1128	214	182	39	12	915
SEM.55 TR	250	273	1790	2200	1950	1405	554	330	325	500	1220	1600	2050	412	800	22	515	360	1577	660	1406	280	240	44	14,5	1625
SEM.60 TR	250	273	1830	2200	1950	1481	627	330	325	500	1220	1600	2050	412	800	22	515	360	1577	660	1479	280	240	44	14,5	1695
SEM.65 TR	250	273	1930	2200	1950	1413	565	330	325	500	1220	1600	2050	412	800	22	515	360	1577	660	1417	280	240	44	14,5	2000
SEM.75 TR	300	324	2100	2300	2195	1731	685	337	269	872	965	1746	2195	530	1025	22	535	504	1765	695	1648	-	-	-	-	2300

* Tubería ISO / Pipe ISO

** Excluido motor + cabina / Motor acoustic enclosure excluded

Dimensiones en mm. sujetas a modificaciones sin previo aviso.
Dimensions in mm. subject to modifications without prior notice.

tabla de características / performances table



Funcionamiento en presión / Operating under pressure. Fluido / Fluid: Aire / Air. Aire aspirado / Inlet air: 1.205 Kg/m³ 20° 1013 mbar

ΔP mbar	Tamaño / Size		SEM.1 / DN50								SEM.2 / DN50							
	Motor [rpm]		1500		3000						1500		3000					
	Soplante / blower [rpm]		1800	2300	2800	3300	3800	4300	4800	5300	1800	2300	2800	3300	3800	4300	4800	5300
200	Q	sm³/h	39	62	86	110	133	157	180	204	85	123	161	198	236	273	311	349
	Δt	°C	34	27	24	23	21	21	20	20	25	22	21	20	19	19	19	18
	Pot abs	Kw	0,89	1,01	1,14	1,26	1,39	1,51	1,63	1,76	1,02	1,22	1,42	1,62	1,82	2,02	2,22	2,42
	Pot motor	Kw	1,5	2,2	2,2	2,2	2,2	3	3	3	2,2	2,2	2,2	3	3	4	4	4
	dBA	s / c	66	69	72	76	79	82	85	89	71	74	77	80	82	85	88	91
		c / c	64	65	66	67	68	68	69	70	64	65	66	66	67	68	68	69
300	Q	sm³/h	28	51	75	98	122	145	169	192	73	110	148	186	223	261	299	336
	Δt	°C	67	48	41	37	35	33	32	31	43	37	34	32	31	30	29	29
	Pot abs	Kw	1,1	1,31	1,53	1,74	1,95	2,17	2,38	2,59	1,4	1,7	2	2,31	2,61	2,91	3,22	3,52
	Pot motor	Kw	1,5	2,2	2,2	2,2	3	3	3	4	2,2	2,2	3	3	4	4	5,5	5,5
	dBA	s / c	67	70	74	77	80	83	87	90	72	75	77	80	83	86	89	92
		c / c	64	65	66	67	68	69	70	71	64	65	66	67	68	68	69	70
400	Q	sm³/h	17	41	64	88	111	135	159	182	62	99	137	174	212	250	287	325
	Δt	°C	122	76	61	54	50	47	45	43	65	54	48	45	43	41	40	39
	Pot abs	Kw	1,31	1,61	1,92	2,22	2,52	2,82	3,13	3,43	1,78	2,18	2,59	3	3,4	3,81	4,21	4,62
	Pot motor	Kw	2,2	2,2	3	3	4	4	4	5,5	3	3	4	4	5,5	5,5	5,5	7,5
	dBA	s / c	68	71	75	78	81	85	88	91	72	75	78	81	84	87	90	93
		c / c	65	66	66	67	68	69	70	71	64	65	66	67	68	69	70	72
500	Q	sm³/h		31	55	79	102	126	149	173	51	89	126	164	202	239	277	315
	Δt	°C		113	86	73	66	62	58	56	93	72	64	58	55	53	51	50
	Pot abs	Kw		1,91	2,31	2,7	3,09	3,48	3,87	4,26	2,16	2,67	3,17	3,68	4,19	4,7	5,21	5,72
	Pot motor	Kw		2,2	3	3	4	4	4	5,5	2,2	3	4	4	5,5	5,5	5,5	7,5
	dBA	s / c		72	76	79	83	86	89	93	72	76	79	82	85	88	91	94
		c / c		66	67	68	69	69	70	71	64	65	66	68	69	70	72	73
600	Q	sm³/h			46	70	93	117	140	164	41	79	117	154	192	229	267	305
	Δt	°C			115	95	85	78	73	70	127	94	81	73	69	66	63	61
	Pot abs	Kw			2,7	3,18	3,66	4,14	4,62	5,1	2,54	3,15	3,76	4,37	4,98	5,59	6,2	6,82
	Pot motor	Kw			4	4	5,5	5,5	7,5	7,5	4	4	5,5	5,5	7,5	7,5	7,5	9,2
	dBA	s / c			77	80	84	87	91	94	73	76	79	83	86	89	92	96
		c / c			67	68	69	70	71	72	63	65	67	68	70	71	73	74
700	Q	sm³/h				61	84	108	131	155			107	145	182	220	258	295
	Δt	°C				121	105	96	89	85			99	89	83	79	76	73
	Pot abs	Kw				3,65	4,22	4,79	5,36	5,93			4,34	5,06	5,77	6,49	7,2	7,92
	Pot motor	Kw				5,5	5,5	7,5	7,5	7,5			5,5	7,5	7,5	9,2	9,2	11
	dBA	s / c				82	85	89	92	96			80	83	87	90	93	97
		c / c				68	69	70	71	72			67	68	70	72	74	75
800	Q	sm³/h					76	99	123	146				135	173	211	248	286
	Δt	°C					127	115	106	100				106	98	92	88	85
	Pot abs	Kw					4,79	5,45	6,11	6,77				5,75	6,56	7,38	8,2	9,01
	Pot motor	Kw					7,5	7,5	7,5	9,2				7,5	9,2	9,2	11	11
	dBA	s / c					86	90	93	97				84	87	91	94	98
		c / c					70	70	71	72				69	71	73	75	77
900	Q	sm³/h							114	138						201	239	277
	Δt	°C							124	116						107	102	98
	Pot abs	Kw							6,85	7,6						8,27	9,19	10,11
	Pot motor	Kw							9,2	9,2						11	15	15
	dBA	s / c							95	98						92	95	99
		c / c							72	73						74	76	78
1000	Q	sm³/h																
	Δt	°C																
	Pot abs	Kw																
	Pot motor	Kw																
	dBA	s / c																
		c / c																

Características de fluido / Features of suctioned fluid

P_i = 1013 ± 50 mbar MfPc = 1.2 ± 0.1 Kg m³ T_i = 20 °C ± 5 °C

Tolerancias de volumen aspirado y potencia absorbida / Tolerances for inlet and absorbed power: ± 5

Nivel sonoro medido en campo libre a 1 m de distancia con tolerancia: ± 2 dB(A)

Noise level refer to out door measurent at a distance of 1m: ± 2 dB(A)

Lp (A) = Nivel acústico / Sound level; s/c = sin cabina / without enclosure; c/c = con cabina / with enclosure



PUENTE MOVIL PARA CANAL DESARENADOR



DESCRIPCIÓN GENERAL

El mecanismo consiste en un puente desplazable longitudinalmente con un desplazamiento vertical de las rasquetas barredoras. El movimiento del puente se realiza por medio de ruedas de doble pestaña que ruedan sobre carriles situados en los extremos del puente barredor.

El puente barredor para canal desarenador consta de los siguientes elementos:

ESTRUCTURA: La estructura del mecanismo constituye una plataforma sobre los tanques montada sobre dos carros motrices situados sobre las paredes exteriores. La estructura está formada por perfiles comerciales reforzados con rios tras transversales. Los carros están contruidos de perfiles montados debajo del puente principal. En un extremo de la plataforma se ha previsto un acceso. Igualmente se han previsto barandillas de protección contruidas en tubo de 1 1/4" debidamente ancladas a la plataforma.

La superficie de la plataforma ha sido proyectada con pavimento tipo TRAMEX galvanizado (desmontable para permitir el libre acceso a los diferentes puntos de engrase) anclado a los perfiles que forman el puente.

SUSPENSIÓN: La máquina se apoya en las paredes exteriores mediante ruedas con doble pestaña montadas sobre cojinetes. Estos cojinetes se montarán sobre los bastidores de los carros. Las ruedas de doble pestaña estarán diseñadas de forma que la máquina está centrada en el raíl permitiendo de esta forma absorber las contracciones debidas a la temperatura.

GRUPO DE ACCIONAMIENTO DE TRANSLACIÓN: El movimiento de translación se establece mediante un grupo motriz formado por un motorreductor. En el eje de salida del reductor se montan sobre cojinetes las barras de transmisión unidas mediante acoplamientos desmontables. En los extremos de estas barras se calan las ruedas motrices.

GRUPO DE IZADO/DESCENSO DE RASQUETAS: El movimiento de las rasquetas se realizará por medio de un motorreductor de potencia adecuada que acciona la elevación y descenso de la misma por medio de un husillo y tuerca roscada.

SISTEMA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA: La transmisión suele ser realizada por medio de una cortina de alimentación eléctrica

RAILES DE DESLIZAMIENTO: Los raíles serán del tipo vagoneta. Se prevén anclajes a intervalos regulares para la fijación a O.C. mediante pernos de anclaje y grapas de fijación.

RASQUETAS BARREDORAS: Las rasquetas barredoras estarán formadas por perfiles y chapas comerciales convenientemente unidas. Estas piezas se someterán a un tratamiento anticorrosión.

Las rasquetas irán rematadas con bandas de neopreno de 10 mm de espesor sobresaliendo aproximadamente 50 mm de las partes metálicas.

AUTOMATISMO DE CONTROL: La máquina lleva montado en uno de los extremos del puente el cuadro de control y maniobra el cual comanda el funcionamiento del puente-móvil.

La maniobra es efectuada por 4 finales de carrera TELEMECANICA que envían al cuadro de control al cuadro eléctrico para la elevación y el descenso de las rasquetas el avance y parada del puente y la marcha/parada de la bomba de arenas.



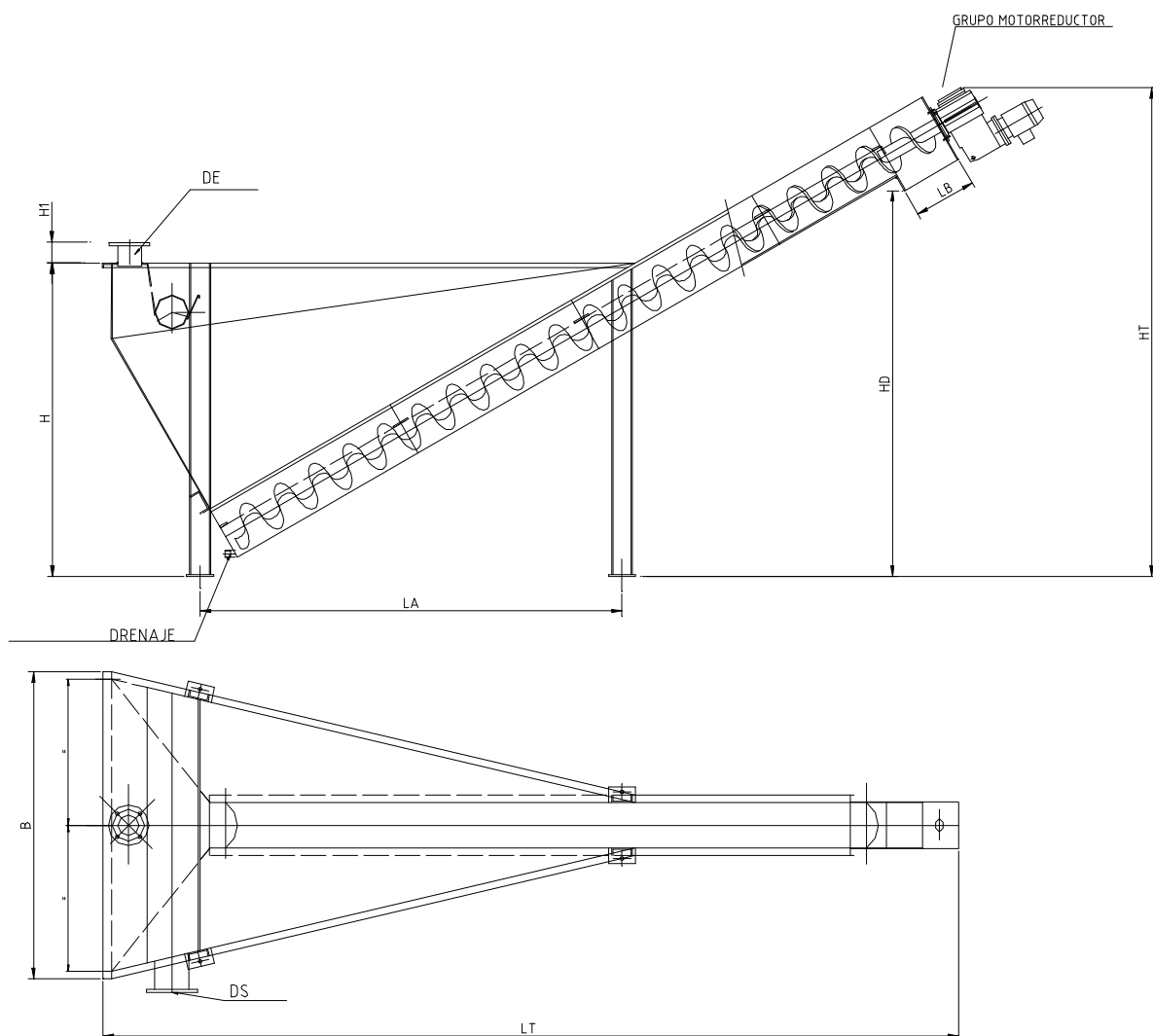
CLASIFICADOR DE ARENAS CT

El grupo motriz del clasificador está compuesto por un motorreductor situado en la parte superior del clasificador, que ataca directamente al eje del tornillo transportador. La unidad debe ir protegida por un limitador de par electrónico.

El tornillo transportador elevador de arenas está compuesto de un eje tubular de arrastre y por espiras soldadas de espesor adecuado.

La cuba de contención se construye en chapa de acero al carbono protegido contra la corrosión o en acero inoxidable, y dispone de paneles desmontables en su parte superior.

El conjunto queda totalmente carenado y es conforme con la Directiva de Seguridad de máquinas 98/392/CEE y sus modificaciones (De obligado cumplimiento actualmente), al no existir partes móviles sin protección.



MODELO	Q nominal (m ³ /h)	Q. Arenas (m ³ /h)	Peso en vacío (Kg)	Peso en carga (Kg)	pot. (Kw)	DE	DS	B (mm)	H (mm)	H1 (mm)	HD (mm)	LA (mm)	LT (mm)	LB (mm)	HT (mm)
CT 15/15	15	0,5	800	1950	0,37	DN-100	DN-150	1480	1250	100	1495	1645	3625	300	2011
CT20/25	25	1	900	2150	0,55	DN-100	DN-150	1480	1500	100	1800	2022	4100	300	2350
CT30/50	50	2	1350	3900	0,75	DN-150	DN-200	2000	2000	100	2300	2500	5500	450	2900
CT40/120	120	6	1800	7000	1,1	DN-250	DN-250	2450	2500	-	2700	3870	6800	600	3450

Descripción y características:

Bastidor.- Tipo monoblock, construido con perfiles de acero inoxidable (o acero al carbono) formado por dos estructuras laterales, las cuales soportan los elementos de traslación. Unas vigas transversales completan la estructura.

Unidas a este se incorporan unos soportes verticales los cuales sujetan y fijan los patines guía de la cadena conductora de las palas barredores de flotantes, la construcción viene a ser en acero inoxidable.

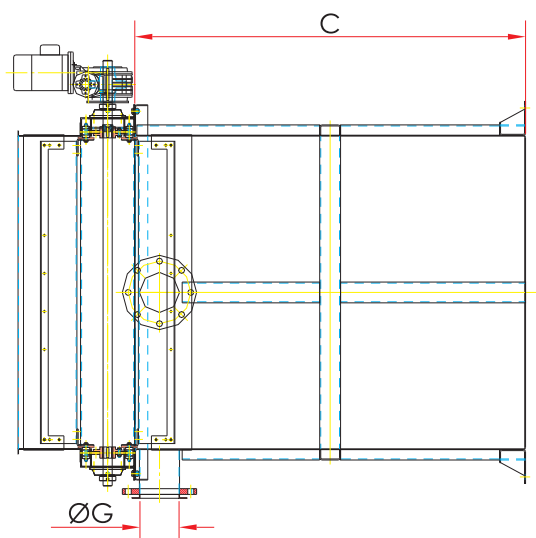
Rascador de limpieza.- Rasqueta de nylon montada sobre perfil metálico, que a su vez va soportada por dos brazos articulados. Construida en acero inoxidable.

Rampa de descarga.- De construcción robusta y de fácil anclaje a la obra civil, lleva incorporados unos refuerzos en el dorso de la misma, con la finalidad de garantizar una correcta evacuación de flotantes, construcción en acero inoxidable.

Cadena y piñones accionamiento.- Tipo cardánicos, de construcción antioxidante y gran capacidad de carga.

Equipo motriz.- Compuesto por un grupo motorreductor. Un eje motriz, acciona un conjunto de piñones, los cuales engranan con las cadenas transportadoras laterales, donde se sujetan las rasquetas.

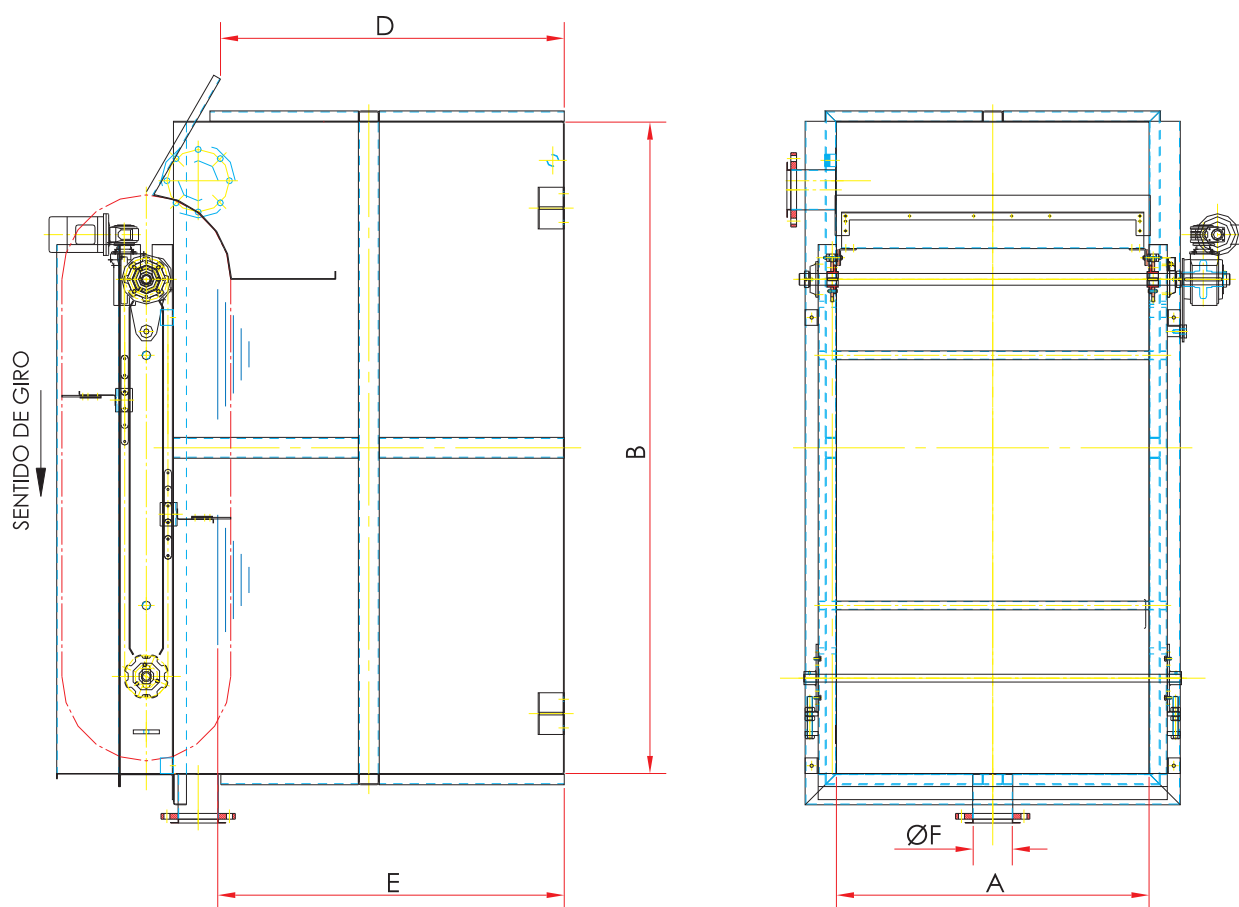
Rasquetas superficiales.- Rasquetas construidas en chapa de acero inoxidable, en las cuales se hallan montados unos perfiles de neopreno regulables, para una perfecta adaptación a los laterales del recinto y a la rampa de vertido.



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

A	Ancho tanque compacto
B	Largo tanque compacto
C	Alto tanque compacto
D	Altura de descarga
E	Cota de agua
F	Diámetro brida de entrada
G	Diámetro brida de salida

* Equipo provisto con tapas de protección superior según norma CEE maquinas.



DATOS TÉCNICOS

MODELO	CAUDAL (m³/h)	* BRIDA ENTRADA (mm)	* BRIDA SALIDA (mm)	* BRIDA REBOSE (mm)	MEDIDAS CUBA			ALTO DESCARGA (Kg)	POTENCIA REDUCTOR (Kw)
					ANCHO (mm)	ALTO (mm)	LARGO (mm)		
Cd-015.c	12	100	125	PN-10	600	1300	1400	1350	0.18
Cd-015.c.1	15	100	125	PN-10	700	1300	1400	1350	0.18
Cd-015.c.2	20	100	125	PN-10	900	1300	1600	1350	0.25
Cd-015.c.3	25	100	125	PN-10	1200	1300	1600	1350	0.25
Cd-015.c.4	30	100	125	PN-10	1200	1300	2000	1350	0.25
Cd-015.c.5	40	150	175	PN-10	1500	1300	2000	1350	0.25
Cd-015.c.6	50	150	175	PN-10	1600	1300	3000	1350	0.37
Cd-015.c.7	60	150	175	PN-10	2000	1300	3000	1350	0.37

-Tabla válida para los equipos con cuba.

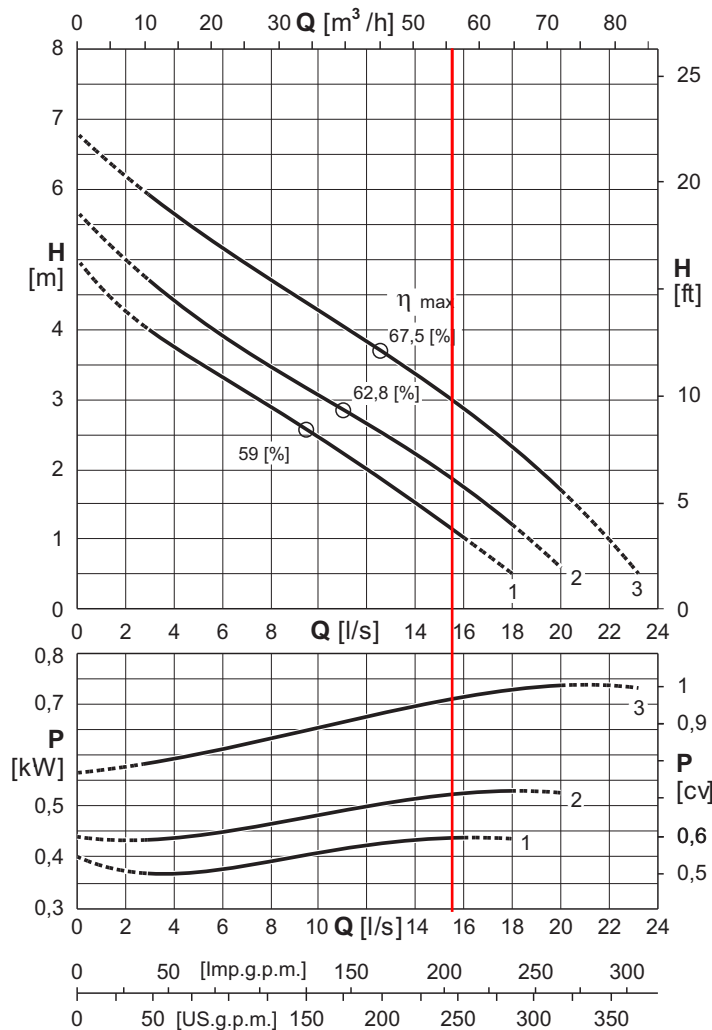
-Caudales y dimensiones estándar, para otros caudales o dimensiones rogamos nos consulten.

-Equipo provisto con tapas de protección superior según norma CEE maquinas

Poli
Polos
Pole

6/50 Hz KCM080H

girante monocanale
rodete monocal
Einkanal-Laufrad



CARATTERISTICHE TECNICHE
CARACTERISTICAS TECNICAS - TECHNISCHE DATEN

Elettropompa tipo Electrobomba tipo Elektropumpe Typ	Passaggio libero Paso libre Kugeldurchgang [mm]	Sonde termiche Sondas térmicas Temperaturfühler	Sonda di conduttività Sonda de conductividad Leitfähigkeits-Aufnehmer
KCM080H.. +61N1	ø 75	si s ja	si s ja
KCM080H.. +61X1			

CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO - CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO - BETRIEBSDATEN

Elettropompa tipo Electrobomba tipo Elektropumpe Typ (1)	Curva Curva Kurve	Potenza motore Potencia motor Motorleistung	Mandata Impulsión Druckleitung	PORTATA - CAUDAL - FÖRDERMENGE..... <div>[l/s] [m³/h]</div>													
	N°	P2	DN	0	6	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22
		[kW]	[mm]	0	21,6	28,8	32,4	36	39,6	43,2	46,8	50,4	54	57,6	64,8	72	79,2
KCM080HG+001161N1	1	1,1	ø 80	PREVALENZA - ALTURA DE CARGA - FÖRDERHÖHE <div>[m]</div>													
KCM080HD+001161N1	2			5	3,3	2,9	2,6	2,5	2,2	2	1,8	1,5	1,3	1	0,5		
KCM080HA+001161N1	3			5,7	3,9	3,5	3,3	3,1	2,9	2,7	2,4	2,2	2	1,7	1,2		
				6,8	5,2	5	4,5	4,3	4,1	3,9	3,6	3,4	3,1	2,9	2,3	1,7	1

NOTE - NOTAS - HINWEISE

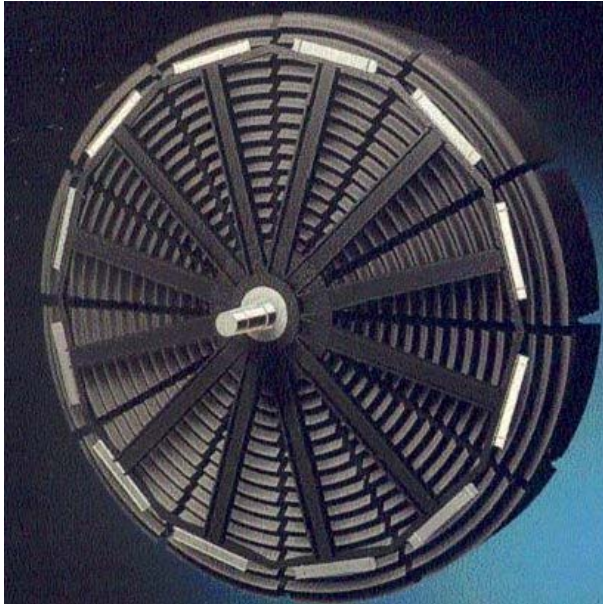
P2 = Potenza resa dal motore - Potencia suministrada por el motor - Abgabeleistung Motor.

Tolleranze sulle prestazioni secondo norme UNI/ISO 9906 Livello 2 - Tolerancias sobre las prestaciones según normas UNI/ISO 9906 Nivel 2 - Toleranz der Leistungen gemäß der Normen UNI/ISO 9906 Klasse 2.

(1) Per i modelli in versione antideflagrante ATEX II 2G EExd IIB T4, la parte finale della sigla dell'elettropompa diviene +61X1
Para los modelos en versión antideflagrante ATEX II 2G EExd IIB T4 la parte final de la sigla de la electrobomba pasa a ser +61X1
Für die Modelle in ex-geschützter Ausführung ATEX II 2G EExd IIB T4, wird das Endstück der Elektropumpe-Kurzbezeichnung +61X1

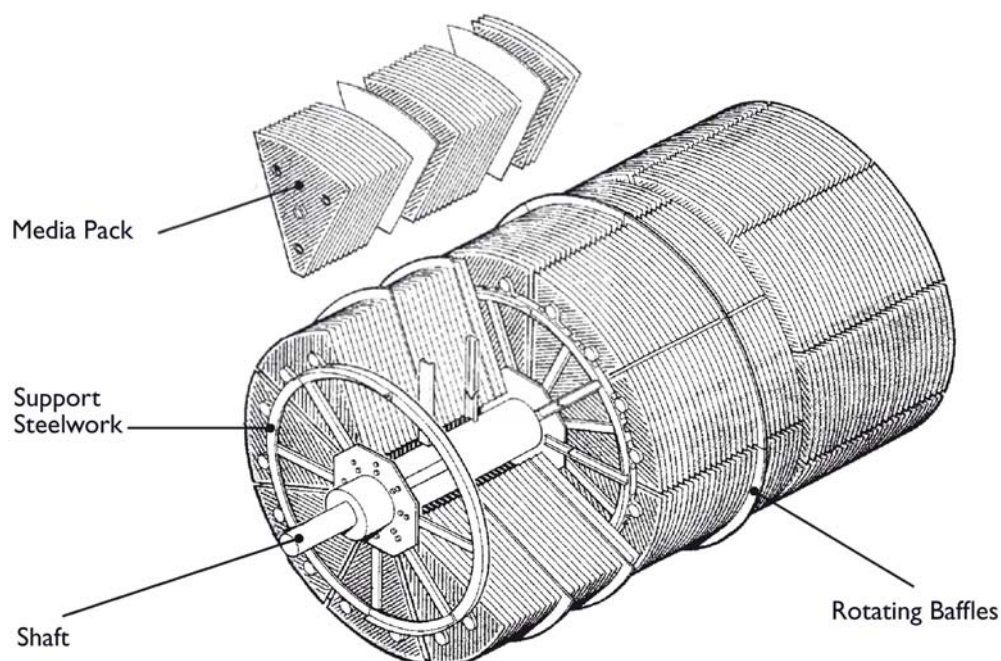
Per caratteristiche motori vedere a pagina 51 - Para las características de los motores ver página 51 - Für die Motordaten bitte auf Seite 51 nachschlagen.
Per accessori vedere a pagina 49/50 - Para los accesorios ver página 49/50 - Für die Zubehörteile bitte auf Seite 49/50 nachschlagen.

ECODISC 3600



- 20 MM
- SUPERFICIE SOPORTE MUY RESISTENTE
- FABRICADO EN GAJOS
- MATERIALES:
 - DISCOS PEAD TERMOCONFORMADOS
 - EJE ACERO ST-52 CALCULADO A FATIGA
 - MANGUETAS EJE ACERO INOXIDABLE
 - ESTRUCTURA RADIAL GALVANIZADA
 - BARRAS SOPORTE AISI 304
 - RODAMIENTOS Y REDUCTORES CALCULADOS A VIDA INFINITA (> 200.000 horas)
 - ENGRASE PARA 12.000 HORAS
- EQUIPOS PARA INSTALAR EN CUBAS DE OBRA CIVIL
- CUBIERTAS EN PRFV CON PERFILERIA INOX

RBC CONSTRUCTION AND ASSEMBLY





PUENTE MOVIL PARA DECANTADOR CIRCULAR

1.- DESCRIPCIÓN

Los puentes barredores para decantadores circulares fabricados por FILTRAMAS,S.A. han sido diseñados para extraer de modo efectivo lodos y flotantes en decantadores primarios o secundarios. El puente se encuentra apoyado sobre una columna de O.C. situada en el centro del tanque y por el grupo de accionamiento sobre la periferia del mismo.

Su diseño peculiar permite una buena adaptabilidad del equipo a diversas irregularidades de obra civil.

Los puentes barredores constan principalmente de los siguientes elementos:

- *Grupo de accionamiento*: Constituye un carro completamente carenado de rueda conducida y rueda motriz, en cumplimiento de la normativa CE de seguridad de máquinas, en el que se instalan todos los mecanismos. El carro se fija a la pasarela móvil mediante tornillería. Esto permite solventar hasta un cierto límite posibles diferencias existentes en la obra civil.

- *Mesa de giro*: Está constituida principalmente por un cojinete de bolas axial de gran diámetro capaz de soportar elevadas cargas, tanto axiales como de momentos de vuelco.

Perpendicularmente a la pasarela del puente, se disponen dos soportes de cojinete de bolas oscilantes destinados a absorber las posibles deficiencias en la rodadura periférica de las ruedas.

- *Puente-pasarela*: Según sean las dimensiones de la pasarela o atendiendo a las preferencias del cliente el puente móvil se construirá con vigas soporte UPN, con celosía o con viga-cajón. La pasarela estará provista de barandillas de protección construidas en tubo de 1 1/4" ST-37 y escalera de acceso si la instalación lo requiere. La superficie de la plataforma se proyecta con pavimento desmontable tipo TRAMEX galvanizado. El tratamiento de las partes metálicas se realiza con un tratamiento anticorrosión.

- *Rasquetas de barrido superficie/fondo*: La estructura de las rasquetas barredoras de fangos se fija a la pasarela central de giro mediante articulaciones tubulares. El sistema de montaje es sencillo y permite la adaptabilidad de los rascadores a las desviaciones de obra civil. La estructura soporte de las rasquetas se construye a base de perfiles tubulares. La fabricación standard es galvanizado en caliente salvo que se especifique AISI-304, AISI-316 u otro tratamiento. Las rasquetas desarrollan un perfil que se aproxima al de una espiral logarítmica para tanques de diámetro inferior a 20 m, por lo que el arrastre del fango se consigue en una rotación completa.

- *Cilindro de alimentación o campana central*: Suspendido del puente, envuelve a la columna central de O.C. y está destinada a estabilizar el flujo de entrada del líquido. Se construye en dos o más mitades, y se fija a la pasarela giratoria mediante soportes.

- *Vertedero perimetral y deflector*: Se fabrican en acero inoxidable AISI-304, AISI-316L o aluminio de espesor 3 mm. La fijación del vertedero y aliviadero al canal perimetral se realizan por medio de grapas especiales fijadas mediante pernos de anclaje por lo que la nivelación de ambos es muy sencilla.

OPCIONALES

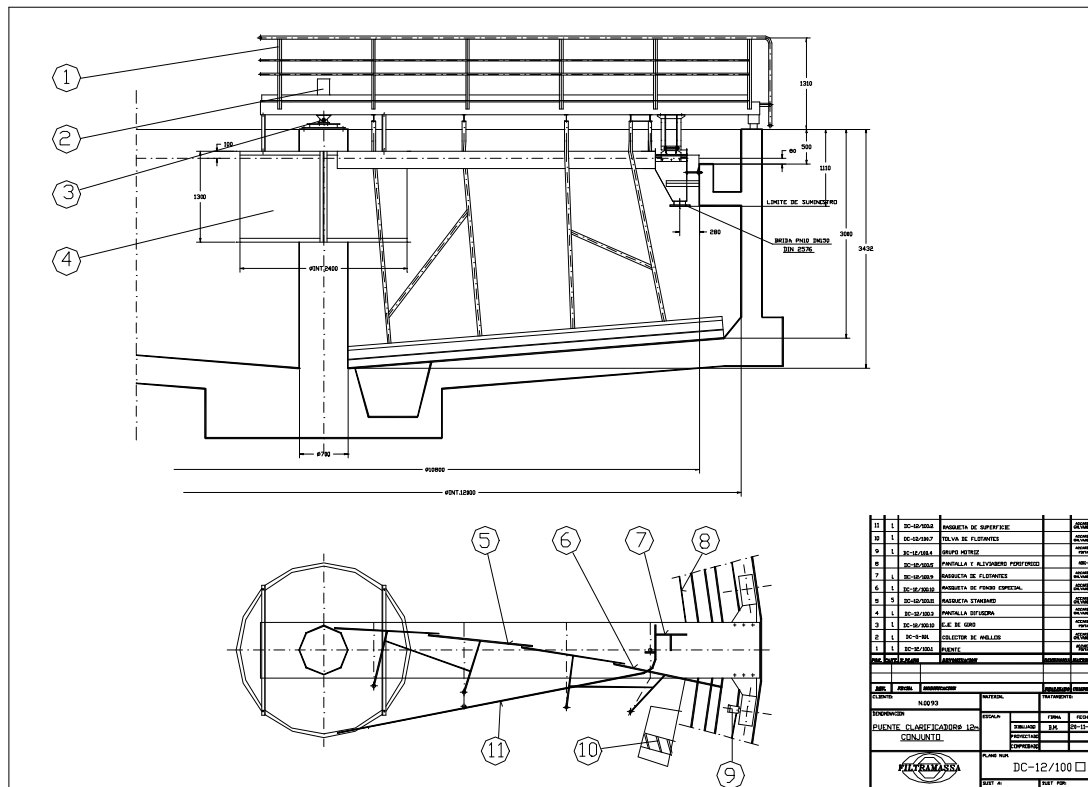
Opcionalmente puede suministrarse un conjunto de cepillos giratorios para la limpieza de canales y vertederos accionados mediante un motorreductor.



PUENTE MOVIL PARA DECANTADOR CIRCULAR

OPCIONALES

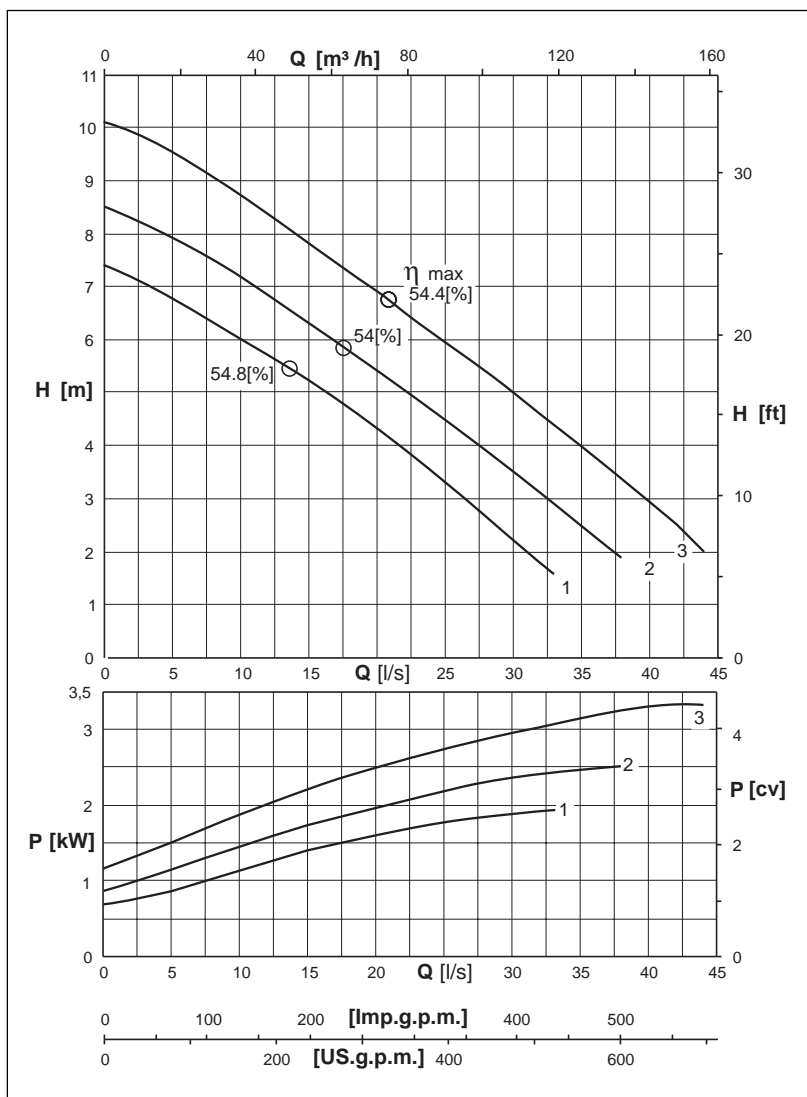
Opcionalmente puede suministrarse un conjunto de cepillos giratorios para la limpieza de canales y vertederos accionados mediante un motorreductor



Poli
Polos
Pole

6/50 Hz KCW100L

girante aperta arretrata
rodetes abierto retrasado
Wirbelstrom-Laufrad



CARATTERISTICHE TECNICHE
CARACTERISTICAS TECNICAS - TECHNISCHE DATEN

Elettropompa tipo Electrobomba tipo Elektropumpe Typ	Passaggio libero Paso libre Kugeldurchgang	Sonde termiche Sondas térmicas Temperaturfühler	Sonda di conduttività Sonda de conductividad Leitfähigkeits-Aufnehmer
	[mm]		
KCW100L... +61N1	ø 100	si si ja	si si ja
KCW100L... +61X1			

CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO - CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO - BETRIEBSDATEN

Elettropompa tipo Electrobomba tipo Elektropumpe Typ (1)	Curva Curva Kurve	Potenza motore Potencia motor Motorleistung	Mandata Impulsión Druckleitung	PORTATA - CAUDAL - FÖRDERMENGE..... [l/s] [m³/h]													
	N°	P2	DN	0	10	14	16	18	20	22	24	26	30	34	38	42	44
					0	36	50,4	57,6	64,8	72	79,2	86,4	93,6	108	122,4	136,8	151,2
		[kW]	[mm]														
KCW100LE+004061N1	1	4	ø 100	PREVALENZA - ALTURA DE CARGA - FÖRDERHÖHE [m]													
KCW100LC+004061N1	2			7,4	6	5,4	5	4,6	4,3	3,9	3,5	3,1	2,2				
KCW100LA+004061N1	3			8,5	7,2	6,5	6,1	5,8	5,4	5	4,7	4,3	3,5	2,7	1,9		
				10,1	8,7	8	7,6	7,3	6,9	6,5	6,1	5,7	5	4,2	3,4	2,5	

NOTE - NOTAS - HINWEISE

P2 = Potenza resa dal motore - Potencia suministrada por el motor - Abgabeleistung Motor.

Tolleranze sulle prestazioni secondo norme UNI/ISO 9906 Livello 2 - Tolerancias sobre las prestaciones según normas UNI/ISO 9906 Nivel 2 - Toleranz der Leistungen gemäß der Normen UNI/ISO 9906 Klasse 2.

(1) Per i modelli in versione antideflagrante ATEX II 2G EExd IIB T4, la parte finale della sigla dell'elettropompa diviene +61X1

Para los modelos en versión antideflagrante ATEX II 2G EExd IIB T4 la parte final de la sigla de la electrobomba pasa a ser +61X1

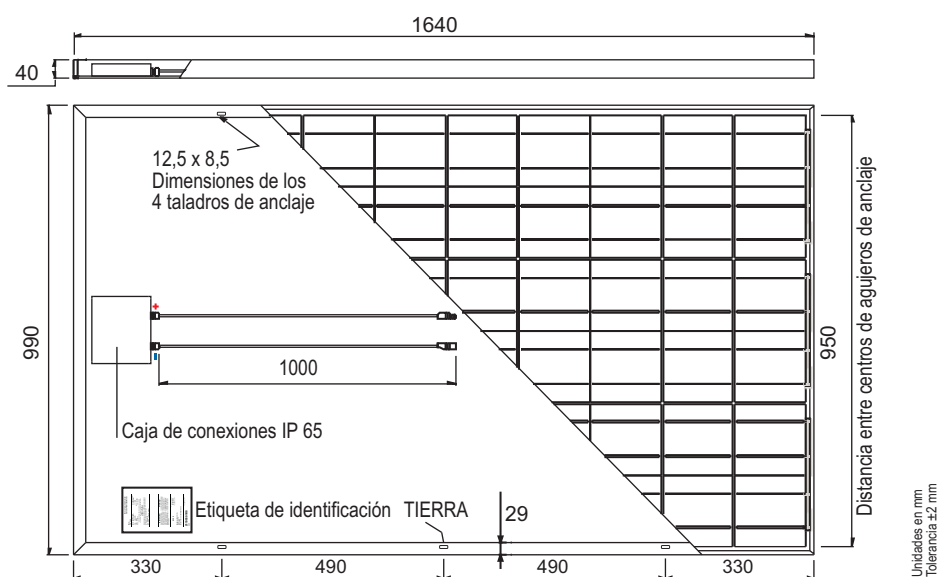
Für die Modelle in ex-geschützter Ausführung ATEX II 2G EExd IIB T4, wird das Endstück der Elektropumpe-Kurzbezeichnung +61X1

Per caratteristiche motori vedere a pagina 51 - Para las características de los motores ver página 51 - Für die Motordaten bitte auf Seite 51 nachschlagen.
Per accessori vedere a pagina 49/50 - Para los accesorios ver página 49/50 - Für die Zubehörteile bitte auf Seite 49/50 nachschlagen.

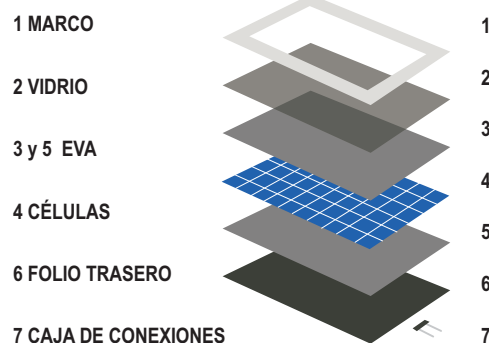
SLK60P6L 215 Wp - 245 Wp

Módulos solares policristalinos

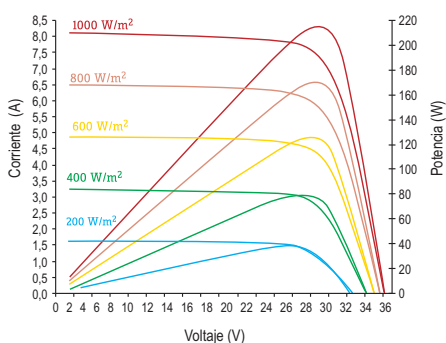
siliken



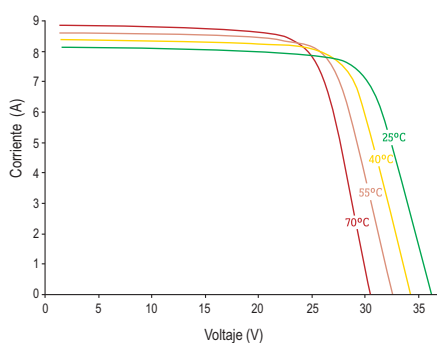
Características constructivas



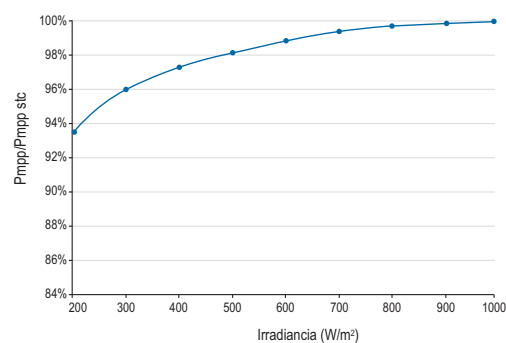
SLK60P6L - 225 Wp
Características I-V y Pmax a 25°C y diferentes radiaciones



SLK60P6L - 225 Wp
Características I-V diferentes temperaturas de célula a 1.000 W/m²



Influencia del nivel de irradiación en el Pmp
Media módulos Siliken



Datos mecánicos

Dimensiones (LxAxF)	1640 x 990 x 40 mm
Peso	19 kg
Cables de salida	Longitudes de cable simétricas de 1m, Ø4 mm², doble capa aislante, libre de halógenos, resistente a la radiación UV
Caja de conexiones	IP-65 con diodos bypass de protección
Marco	Aleación de aluminio anodizado tipo 6063 T6
Vidrio delantero	Vidrio templado de 3,2 mm con bajo contenido de hierro con elevada capacidad de transmisión
Células solares	60 células policristalinas 156 x 156 mm

Datos eléctricos

Potencia máxima a STC (+3/0 %)	P _{mp} (Wp)	215	220	225	230	235	240	245*
Eficiencia a STC	η (%)	13,2	13,6	13,9	14,2	14,5	14,8	15,1
Factor de llenado	FF	0,732	0,740	0,746	0,749	0,752	0,753	0,757
Voltaje a potencia máxima	V _{mp} (V)	29,0	29,2	29,3	29,5	29,5	29,6	29,6
Corriente a potencia máxima	I _{mp} (A)	7,41	7,54	7,68	7,79	7,97	8,12	8,27
Voltaje de circuito abierto	V _{oc} (V)	36,6	36,7	36,8	36,9	36,9	37,0	37,0
Voltaje de cortocircuito	I _{sc} (A)	8,02	8,10	8,20	8,32	8,47	8,61	8,75
Voltaje máximo UL / IEC	V _{max} (V) UL/IEC	600 / 1000						
Coefficiente temperatura de Pmp	T _k P _{mp} (%/°C)	-0,43						
Coefficiente temperatura de Voc	T _k V _{oc} (%/°C)	-0,356						
Coefficiente temperatura de Isc	T _k I _{sc} (%/°C)	+0,062						
Temperatura de célula normal de operación	NOCT (°C)	49±2						

Datos referidos a condiciones estándar de ensayo STC: Radiación de 1.000 W/m², con espectro AM 1.5 y temperatura de célula de 25°C

ADVERTENCIA: Lea atentamente el manual de instrucciones antes de utilizar el producto

NOTA: Siliken Manufacturing, S.L.U. se reserva el derecho a modificar este producto sin notificarlo

*Sujeto a disponibilidad.

Certificados

Registrado en UL	UL 1703
Categoría ignífuga	Clase C
Certificación TÜV	IEC 61215 / IEC 61730
ISO 9001:2000	Nº ES08/5170
ISO 14001	Nº ES09/6520
Declaración de conformidad CE (marca CE)	

Condiciones de operación comprobadas

Temperatura	-40 °C a +85 °C
Carga estática	2400 Pa
Carga máxima	5400 Pa
Resistencia al impacto	Impacto por granizo Ø25 mm a 23 m/s

Garantía

25 años de garantía limitada del 80% de potencia de salida
10 años de garantía limitada del 90% de potencia de salida
10 años de garantía en materiales y mano de obra

siliken manufacturing

C/ Massamagrell, 40 • Pol. Ind L'Horteta.
46138 Rafelbunyol - Valencia - España



Garantía estándar de 5 años

Entrada DC	SE100i	SE100Ni	SE85i	SE85Ni
Potencia máxima DC	120 kWp		100 kWp	
Rango de tensiones PMP	450-750 V			
Rango de tensión recomendada	550-850 V en circuito abierto			
Rango de tensión máxima	900 V en circuito abierto			
Corriente máxima	255 A		220 A	

Salida AC	SE100i	SE100Ni	SE85i	SE85Ni
Potencia nominal	100 kW		85 kW	
Máxima corriente eficaz	165 A~	290 A~	145 A~	245 A~
Tensión nominal	3 x 400 V~	3 x 270 V~	3 x 400V~	3 x 270V~
Frecuencia nominal	50 Hz			
Distorsión armónica (THD)	<3%			
Factor de potencia	>0,99			
Aislamiento galvánico	Transf.	No	Transf.	No

Generales	SE100i	SE100Ni	SE85i	SE85Ni
Rendimiento máximo	96,7%	97,4%	96,7%	97,4%
Rendimiento europeo	95,0%	96,6%	95,0%	96,6%
Grado de protección	IP 20			
Dimensiones	800 x 800 x 1960 mm. (an x pro x alti)			
Peso	1.100 Kg.	500 Kg.	1.100 Kg.	500 Kg.
Temperatura de funcionamiento	-10°C a +55°C			
Humedad ambiente	máximo 90% sin condensación			

Altas prestaciones

- Algoritmo adaptativo e inteligente de seguimiento del punto de máxima potencia (PMP).
- Rendimiento energético superior al 96% (>97,5% en modelos Ni).
- Distorsión armónica inferior al 3%.
- Amplio rango de temperaturas de funcionamiento.

Seguridad

- Conexión directa a la red con protecciones eléctricas integradas.
- Detección anti-isla con desconexión automática de la red.
- Protección contra sobretensiones, sobrecorrientes y cortocircuitos.
- Conexión de paneles a través de Contactor:
 - Aislamiento total del campo.
 - Protección contra polarización inversa y cortocircuitos.
 - Máxima seguridad para las personas.

Comunicaciones

- Display y leds indicadores de funcionamiento y detección de fallos.
- Integrable en cualquier sistema de monitorización.
- Comunicaciones locales y remotas.

Tecnología europea

- Desarrollado y fabricado en España.
- Cumple con los requisitos de conexión para los mercados europeos.
- Versiones con y sin transformador.

Comunicaciones
Interface de usuario con display y botonera.
Conectividad:
GSM/GPRS.
CAN/RS485/Ethernet.
Leds indicadores de estado.

Protecciones
Contra polarización inversa.
Contra sobretensiones transitorias en la entrada y la salida.
Contra cortocircuitos y sobrecargas en la salida.
Contra fallos de aislamiento.
Sobretensión del equipo.
Protección Anti-isla.

Normativa
Marcado CE.
Directiva de seguridad Eléctrica EN 50178.
Directiva Compatibilidad Electromagnética.
EN 61000-6-4: EN 55011
EN 61000-6-2: EN 61000-4-2
EN 61000-4-4
Conforme a RD 661/2007, RD 1663/2000, DK 5940, VDE 0126-1-1 y CEI 11-20.
Posibilidad de desconexión manual con acceso exterior.

Debido a una política de mejora continua, estas especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso.

FABRICADO EN ESPAÑA

siliken manufacturing

C/ Massamagrell, 40 • Pol. Ind L'Horteta.
46138 Rafelbunyol - Valencia - España



ANEXO 2: informe PVSYST

PVSYST V5.4			05/01/11	Página 1/1
-------------	--	--	----------	------------

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : 985 F 89 5 @ 098 F 9 H9

Lugar geográfico

ALPEDRETE SP
País
España

Ubicación

Latitud
41.1°N
Longitud
4.1°W

Hora Legal
Huso hor. UT+1
Altitud
936 m

Albedo
0.20

Datos climatológicos : ALPEDRETE SP, Meteonorm SYN File

Variante de simulación : Nueva variante de simulación

Fecha de simulación
05/01/11 18h54

Parámetros de la simulación

Orientación Plano Receptor
Inclinación
30°
Acimut
0°

Perfil obstáculos
Sin perfil de obstáculos

Sombras cercanas
Sombreado lineal

Características generador FV

Módulo FV
Si-poly
Modelo
SLK60P6L 240

Fabricante
Siliken

En serie
18 módulos
En paralelo
84 cadenas

N° total de módulos FV
N° módulos
1512
Pnom unitaria
240 Wp

Potencia global generador
Nominal (STC)
363 kWp
En cond. funciona.
324 kWp (50°C)

Caract. funcionamiento del generador (50°C)
V mpp
474 V
I mpp
683 A

Superficie total
Superficie módulos
2455 m²

Inversor
Modelo
Se85i

Fabricante
Siliken

Características
Tensión Funciona.
450-750 V
Pnom unitaria
85 kW AC

Banco de inversores
N° de inversores
4 unidades
Potencia total
340 kW AC

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas
Uc (const)
20.0 W/m²K
Uv (viento)
0.0 W/m²K / m/s

=> Temp. Opera. Nom. Cél. (G=800 W/m², Tamb=20° C, VelViento=1m/s)
TONC
56 °C

Pérdida Óhmica en el Cableado
Res. global generador
12 mOhm
Fracción de Pérdidas
1.5 % en STC

Pérdida Calidad Módulo
Fracción de Pérdidas
2.5 %

Pérdidas Mismatch Módulos
Fracción de Pérdidas
2.0 % en MPP

Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE
IAM =
1 - bo (1/cos i - 1)
Parámetro bo
0.05

Necesidades de los usuarios : Carga ilimitada (red)

112

Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano

Proyecto : 985 F 89 5 @ 98 F 9 H 9

Variante de simulación :

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Sombras cercanas	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	SLK60P6L 240	Pnom	240 Wp
Generador FV	N° de módulos	1512	Pnom total	363 kWp
Inversor	Modelo	Se85i	Pnom	85 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	4.0	Pnom total	340 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)			

Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano

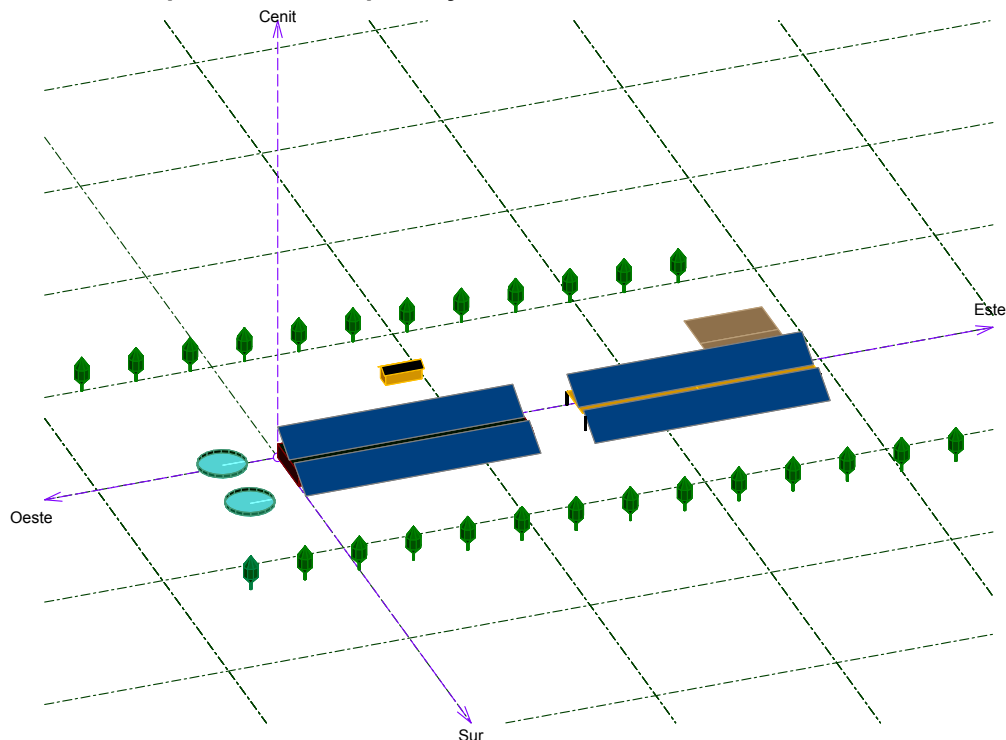
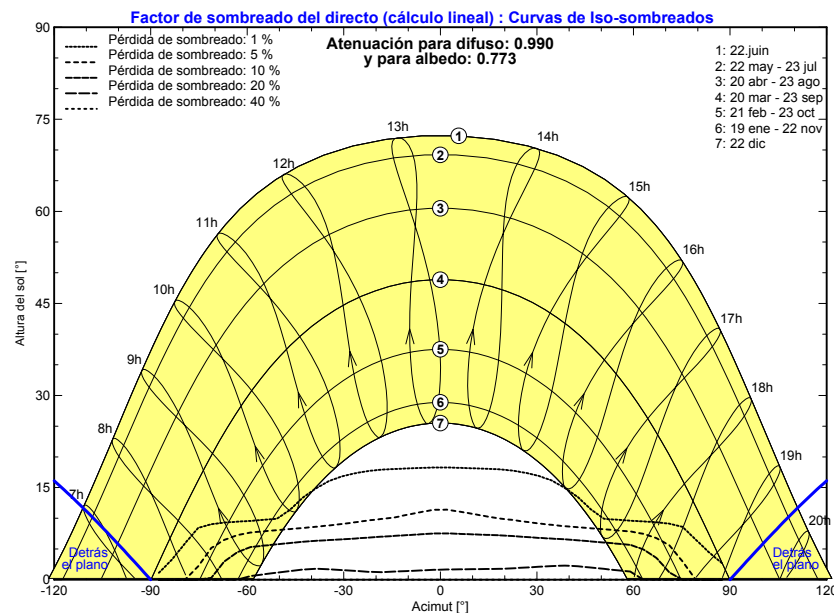


Diagrama de Iso-sombreados

Proyecto Conectado a la Red: Simulación Sombras



Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : 985 F 89 5 @ 98 F 9 H 9

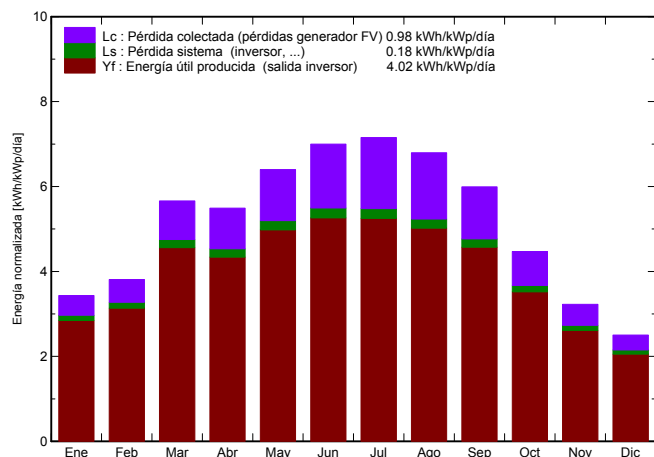
Variante de simulación :

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red
Sombras cercanas	Sombreado lineal	
Orientación Campos FV	inclinación	30°
Módulos FV	Modelo	SLK60P6L 240
Generador FV	N° de módulos	1512
Inversor	Modelo	Se85i
Banco de inversores	N° de unidades	4.0
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)	
		acimut 0°
		Pnom 240 Wp
		Pnom total 363 kWp
		Pnom 85 kW ac
		Pnom total 340 kW ac

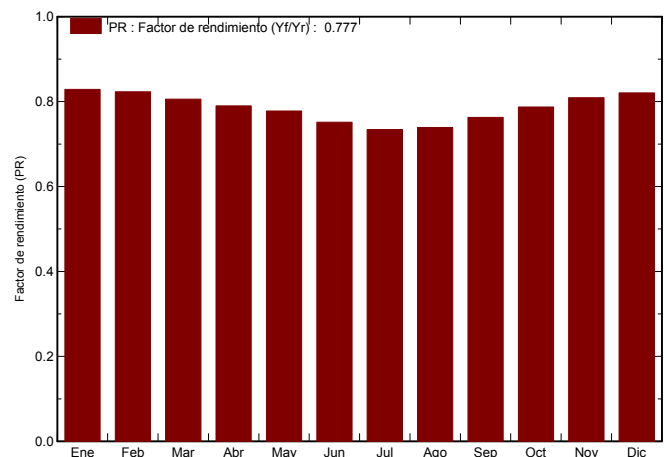
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	532 MWh/año	Produc. específico	1466 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	77.7 %		

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 363 kWp



Factor de rendimiento (PR)



Nueva variante de simulación Balances y resultados principales

	GlobHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	EffArrR	EffSysR
	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	kWh	kWh	%	%
Enero	65.9	4.89	106.5	102.6	33391	32011	12.78	12.25
Febrero	77.6	6.67	106.7	103.0	33276	31869	12.71	12.17
Marzo	140.7	8.93	175.5	169.8	53477	51316	12.41	11.91
Abril	152.7	10.82	164.8	158.7	49349	47232	12.20	11.68
Mayo	202.9	14.34	198.3	191.1	58449	55995	12.00	11.50
Junio	222.7	19.19	210.0	202.5	59812	57275	11.60	11.11
Julio	230.3	23.48	221.7	213.9	61660	59077	11.33	10.85
Agosto	201.1	23.12	210.7	203.5	58884	56490	11.38	10.92
Septiembre	150.8	18.93	179.8	174.1	51901	49773	11.76	11.28
Octubre	104.8	14.56	138.6	134.0	41285	39582	12.14	11.64
Noviembre	64.2	8.60	96.8	93.4	29753	28432	12.52	11.96
Diciembre	48.9	5.40	77.6	74.6	24205	23089	12.71	12.13
Año	1662.6	13.29	1886.9	1821.2	555441	532141	11.99	11.49

Legendas:	GlobHor	Irradiación global horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
	T Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía reinyectada en la red
	GlobInc	Global incidente en plano receptor	EffArrR	Eficiencia Esal campo/superficie bruta
	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	EffSysR	Eficiencia Esal sistema/superficie bruta

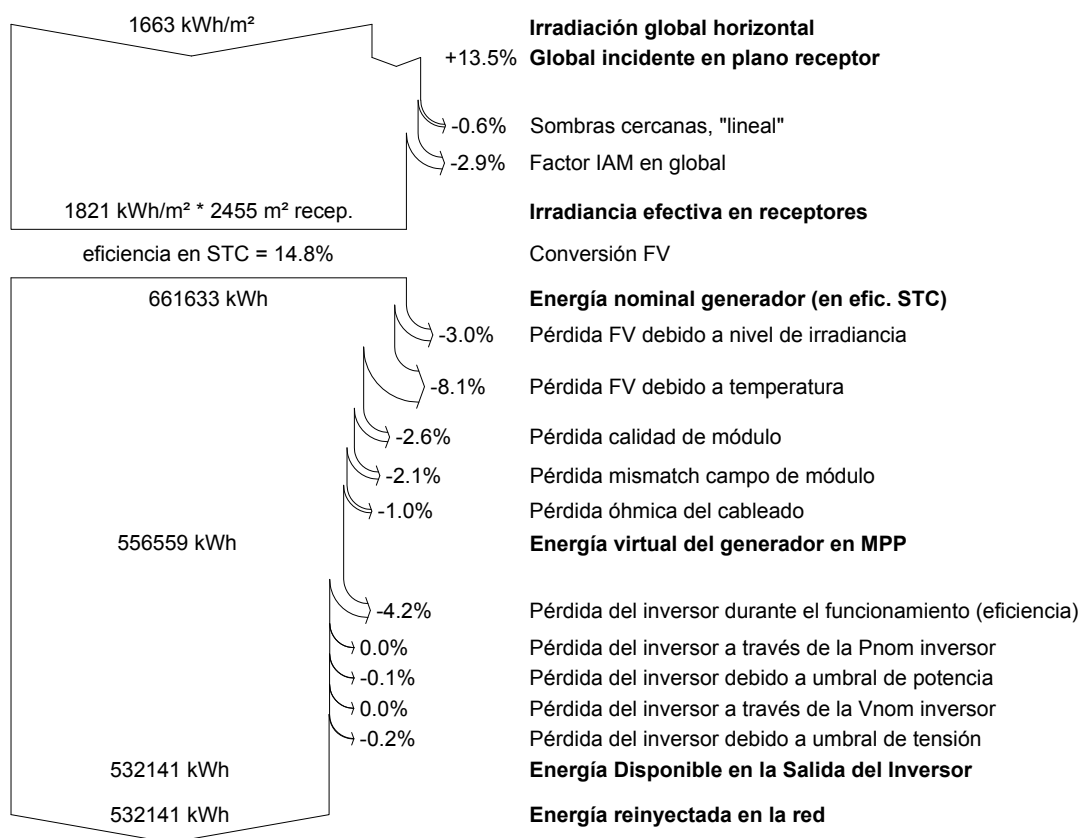
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : 985 F 89 5 @ 98 F 9 H9

Variante de simulación :

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red			
Sombras cercanas	Sombreado lineal				
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	0°	
Módulos FV	Modelo	SLK60P6L 240	Pnom	240 Wp	
Generador FV	N° de módulos	1512	Pnom total	363 kWp	
Inversor	Modelo	Se85i	Pnom	85 kW ac	
Banco de inversores	N° de unidades	4.0	Pnom total	340 kW ac	
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)				

Diagrama de pérdida durante todo el año



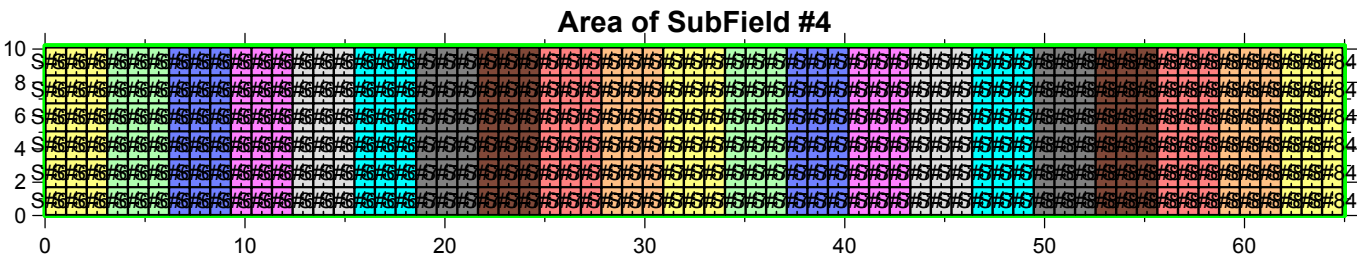
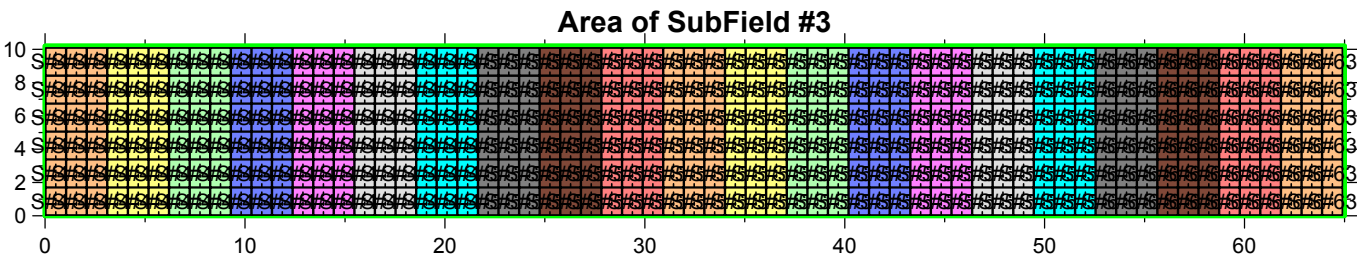
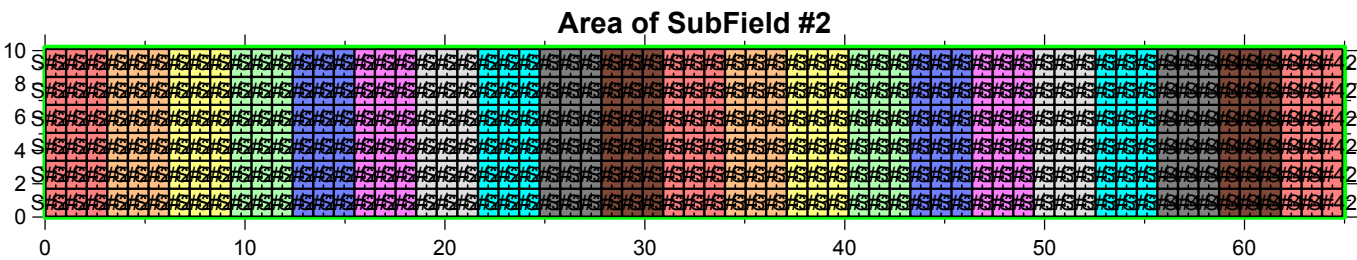
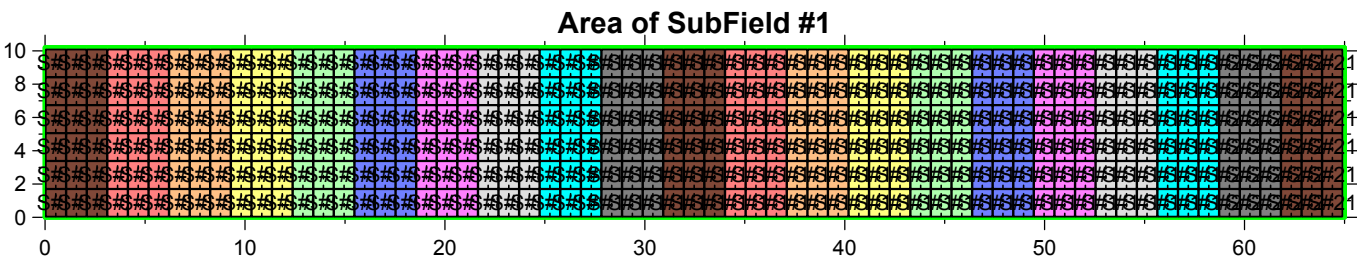
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Project : EDAR DE ALPEDRETE

Simulation variant :

PV Array Characteristics

PV module	Si-poly	Model	SLK60P6L 240	
		Manufacturer	Siliken	Size 0.990 x 1.640 m²
Number of PV modules		In series	18 modules	In parallel 84 strings





ANEXO 3: informe Meteonorm

METEONORM Version 5.1

Lugar: ALPEDRETE SP

Situación: libre

Horizonte: astronómico

Tipo: Lugar deseado

Formato

PVSYST

Mes	<G_Gh>	<G_Dh>	Ta	FF
Ene.	89	38	4,8	2,8
Feb.	115	58	6,8	2,3
Mar.	189	70	8,9	2,9
Abr.	212	93	11,0	3,0
Mayo	273	104	14,3	2,7
Jun.	309	93	19,5	2,5
Jul.	310	94	23,6	2,5
Ago.	271	89	23,0	2,5
Sept.	210	71	19,1	2,8
Oct.	141	63	14,5	2,5
Nov.	89	42	8,8	2,7
Dic.	66	35	5,3	2,5
Año	190	71	13,3	2,6

Leyenda:

Ta: Temperatura del aire

FF: Velocidad del viento

<G_Gh>: Irradiancia media de la radiación global horizontal

<G_Dh>: Irradiancia media de la radiación difusa horizontal

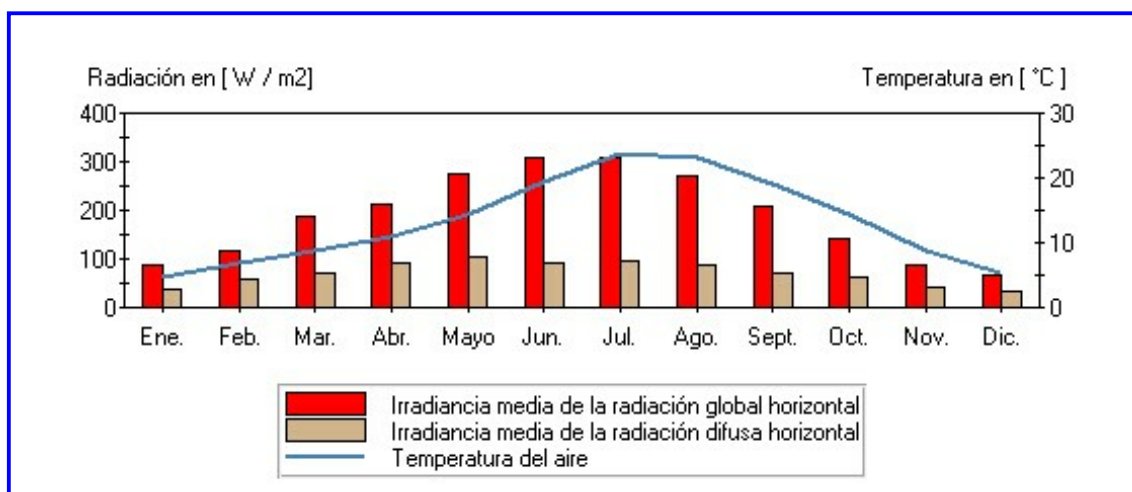
Radiación en [W/m²]

Temperatura en [°C]

Velocidad del viento en [m/s]

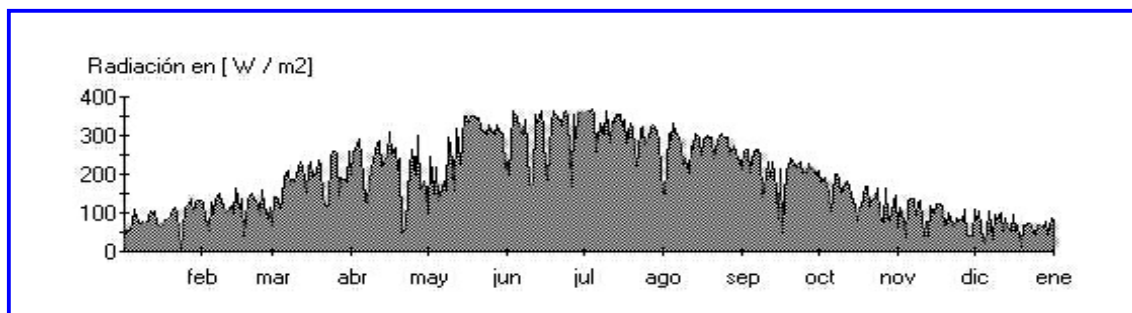
METEONORM Version 5.1

ALPEDRETE SP



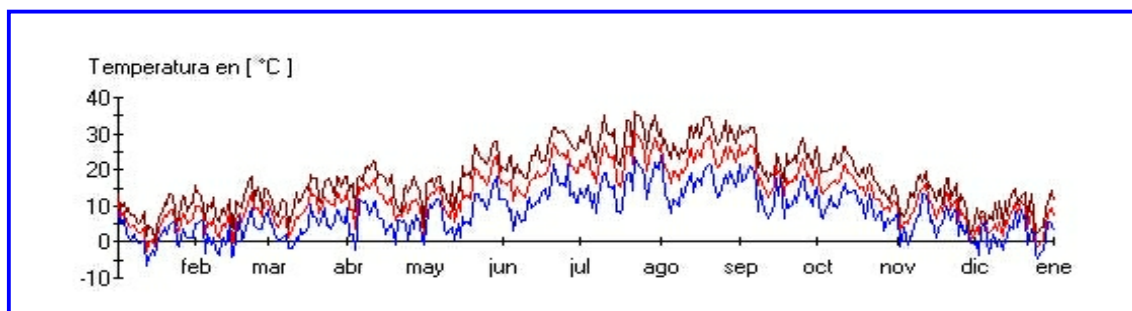
File: C:\Program Files (x86)\Meteotest\MN_51\output\Fig_Ghm.jpg

Media diaria de la radiación global



File: C:\Program Files (x86)\Meteotest\MN_51\output\Fig_Ghd.jpg

Valores diarios de temperatura (media, min., y max.)



File: C:\Program Files (x86)\Meteotest\MN_51\output\Fig_TAd.jpg

METEONORM Version 5.1

Lugar: ALPEDRETE SP

Situación: libre

Horizonte: astronómico

Tipo: Lugar deseado

Formato

METEO

Mes	Ta	Ta min	Ta dmin	Ta dmax	Ta max	RH
Ene.	4,8	-6,6	1,5	8,4	15,6	73
Feb.	6,8	-4,4	2,5	10,9	18,1	65
Mar.	8,9	-1,9	4,1	13,3	18,5	57
Abr.	11,0	-2,0	5,2	15,5	22,5	54
Mayo	14,3	0,4	8,7	19,0	27,9	57
Jun.	19,5	3,2	12,3	24,8	31,7	46
Jul.	23,6	8,0	16,1	29,7	36,2	37
Ago.	23,0	8,1	16,0	29,2	34,8	38
Sept.	19,1	6,4	13,2	24,0	31,9	45
Oct.	14,5	3,0	9,7	19,1	26,5	58
Nov.	8,8	-1,2	4,8	12,4	19,6	65
Dic.	5,3	-4,6	1,8	9,0	14,5	72
Año	13,3					56

Mes	<G_Gh>	SDm>	SDd>	SD astr.	RR	RD	FF	DD
Ene.	66	115	3,7	9,4	43	11	2,8	90
Feb.	78	131	4,7	10,5	41	11	2,3	90
Mar.	141	190	6,1	11,8	31	8	2,9	90
Abr.	153	204	6,8	13,2	43	8	3,0	90
Mayo	203	257	8,3	14,3	44	8	2,7	315
Jun.	223	294	9,8	14,9	34	5	2,5	315
Jul.	230	357	11,5	14,7	16	3	2,5	315
Ago.	201	338	10,9	13,6	12	2	2,5	315
Sept.	151	238	7,9	12,3	32	4	2,8	90
Oct.	105	181	5,8	11,0	36	8	2,5	90
Nov.	64	134	4,5	9,7	52	9	2,7	90
Dic.	49	108	3,5	9,1	42	10	2,5	90
Año	1660	2547	6,8		426	87	2,6	66

Leyenda:

Ta:	Temperatura del aire	RH:	Humedad relativa
Ta min:	10 años mínimo (approx.)	Ta max:	10 años máximo (approx.)
Ta dmin:	Media de las mínimas diarias Ta	Ta dmax:	Media de las máximas diarias Ta
SD:	Duración de la insolación	RR:	Precipitación
RD:	Días con precipitación	FF:	Velocidad del viento
SD astr.:	Duración de la insolación, astronómico	DD:	Dirección del viento
H_Gh:	Irradiación de la radiación global horizontal		

Temperatura en [°C]

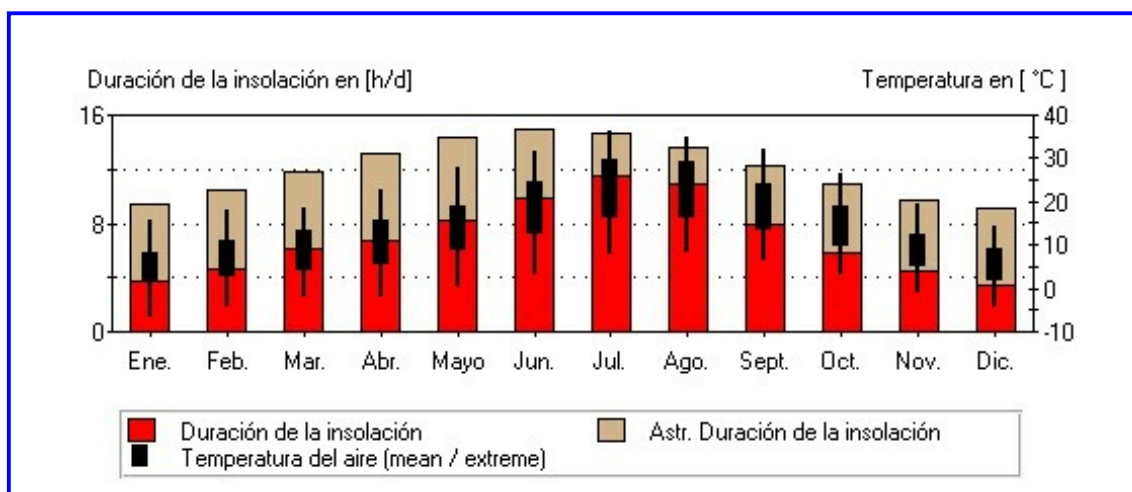
Velocidad del viento en [m/s]

Duración de la insolación en [h/día]

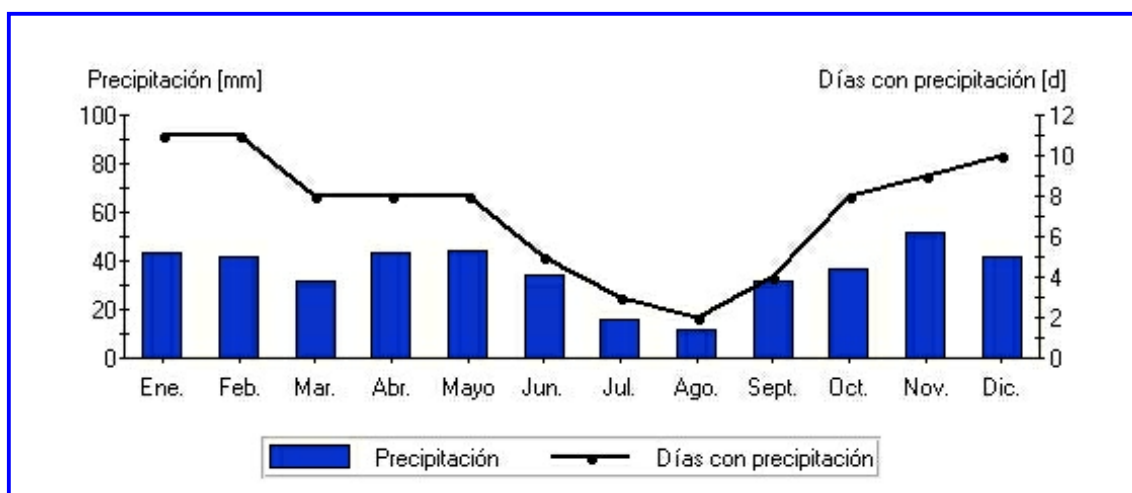
Radiación en [kWh/m²]

METEONORM Version 5.1

ALPEDRETE SP



File: C:\Program Files (x86)\Meteotest\MN_51\output\Fig_SDTA.jpg





ANEXO 4: algoritmos de cálculo

Bases de partida

PARAMETROS DE PARTIDA	VALORES
Población (habitantes -equivalentes)	25000
Dotación (litros por habitante equivalente y día)	200
Concentración de SS en la entrada a la planta (mg/l)	450
Concentración de DBO en la entrada a la planta (mg/l)	300
Concentración de SS en la salida a la planta (mg/l)	25
Concentración de DBO en la salida a la planta (mg/l)	25
Relación caudal máximo a caudal de diseño	1,44
PARAMETROS DE SALIDA	RESULTADOS
Caudal diario (m3/d)	=B2 *B3/1000
Caudal de diseño (m3/h)	=REDONDEAR(B10/24;2)
Caudal máximo (m3/h)	=REDONDEAR(B11*B8;2)
Kilos de sólidos en suspensión que entran por día	=(B4 *B10)/1000
Kilos de DBO que entran por día	=(B5*B10)/1000
Sólidos en suspensión por habitante y día (gr/hab.día)	=(B13*1000)/B2
DBO por habitante y día (gr/hab.día)	=(B14*1000)/B2
Rendimiento de eliminación de sólidos en suspensión (%)	=(REDONDEAR((B4-B6)/B4;2))*100
Rendimiento de eliminación de DBO (%)	=REDONDEAR((B5-B7)/B5;2)*100

Pozo de gruesos

PARAMETROS DE PARTIDA	VALORES
Caudal de diseño (m3/h)	=Partida!B11
Caudal máximo (m3/h)	=Partida!B12
Tiempo medio de residencia a caudal de diseño (minutos)	2,5
Velocidad ascensional a caudal de diseño (m3/m2 minuto)	1
Relación longitud/anchura del pozo	1,2
Metros cúbicos de arena y residuos por 1000m2 de agua residual a caudal de diseño	1
Metros cúbicos de arena y residuos por 1000m2 de agua residual con tormenta	3
PARAMETROS DE SALIDA	RESULTADOS
Volumen útil (m3)	=REDONDEAR((B4*(B2/60));2)
Superficie (m2)	=REDONDEAR(((B2/60)/B5);2)
Profundidad útil (m)	=REDONDEAR(B10/B11;2)
Longitud (m)	=REDONDEAR(((B6*B11)^0,5);2)
Anchura (m)	=REDONDEAR(B11/B13;2)
Tiempo medio de residencia a caudal máximo (minutos)	=REDONDEAR((B10/B3)*60;2)
Velocidad ascensional a caudal máximo (m3/m2 minuto)	=REDONDEAR((B3/B11)/60;2)
Producción normal de arena y residuos secos (m3/d)	=REDONDEAR((B2*B7/1000)*24;2)
Producción normal de arena y residuos secos (m3/d)	=(B3*B8/1000)

Rejas de desbaste

PARAMETROS DE PARTIDA	VALORES
Caudal de diseño (m3/h)	=Partida!B11
Caudal máximo (m3/h)	=Partida!B12
Caudal mínimo (m3/h)	=100
Velocidad de paso entre barrotes a caudal de diseño con reja sucia (m/s)	1
Número de líneas de desbaste	2
Espesor de los barrotes (mm)	10
Distancia entre barrotes (Luz) (mm)	25
Resguardo del canal (m)	0,3
Angulo de inclinación de los barrotes (grados)	60
Máxima colmatación entre dos limpiezas (%)	30
Relación profundidad útil/anchura del canal	1
Metros cúbicos de residuos por 1000 m3 de agua residual a caudal de diseño	0,01
Metros cúbicos de residuos por 1000 m3 de agua residual con tormenta	0,2
PARAMETROS DE SALIDA	RESULTADOS
Caudal de diseño por línea (m3/h)	=B2/B6
Caudal máximo por línea (m3/h)	=(B3/B6)
Superficie útil del canal (m2)	=REDONDEAR((((B16/3600)/B5)*((B8 +B7)/B8))*(1/(1-B11/100))*SENO((B10 *2*3,1416/360);2)
Velocidad de paso entre barrotes a caudal de diseño con reja limpia (m/s)	=(B5*(100-B11)/100)
Velocidad de paso entre barrotes a caudal máximo con reja limpia (m/s)	=REDONDEAR((B19*(B17/B16));2)
Velocidad de paso entre barrotes a caudal máx. con reja colmatada (m/s)	=(B5*(B17/B16))
Velocidad de aproximación por el canal a caudal de diseño (m/s)	=REDONDEAR((B16/3600)/B18;2)
Velocidad de aproximación por el canal a caudal mínimo (m/s)	=REDONDEAR(((B4/B6)/3600)/B18;2)
Anchura del canal (m)	=REDONDEAR((B18/B12)^0,5;2)
Profundidad útil del canal (m)	=REDONDEAR((B18/B24);2)
Profundidad total del canal (m)	=REDONDEAR((B18/B24)+B9;2)
Producción normal de residuos (m3/día) (Gruesos + finos)	=(Finos!B2*Finos!B13*24)/1000
Producción máxima de residuos con tormenta (m3/h) (Gruesos+finos)	=(Finos!B3*Finos!B14)/1000

Tamiz rotativo

PARAMETROS DE PARTIDA	VALORES
Caudal de diseño (m ³ /h)	=Partida!B11
Número de líneas	2
Sólidos en suspensión en el agua a tratar (mg/L)	500
Eliminación de sólidos en suspensión (%)	15
Distancia entre barras (Luz del tamiz) (mm)	1,5
Diámetro del tambor filtrante (m)	0,63
PARAMETROS DE SALIDA	RESULTADOS
Caudal de diseño por línea (m ³ /h)	=B2/B3
Carga hidráulica a caudal máximo (m ³ /m ² de tambor.h)	=REDONDEAR((133,5*B6^0,7377 + 3)*0,92;2)
Longitud del tambor filtrante (m)	=REDONDEAR((B9/(250/SI(B4>250;B4;250)))^0,5)/(B10*3,141*B7);2)
Superficie del tambor filtrante (m ²)	=REDONDEAR(3,14159*B7*B11;2)
Diámetro del tambor filtrante (m)	=REDONDEAR(B12/(3,141*B11);2)
Potencia mínima del motor del tamiz (Kw)	=SI((B12*0,2*0,736*SI(B4>1;B4;1)^0,11)>0,55;(B12*0,2*0,736*SI(B4>1;B4;1)^0,11);0,55)
Superficie en planta aproximada ocupada por un tamiz (m ²)	=REDONDEAR((B7 + 0,52)*(B11 + 0,6);2)p
Peso aproximado del tamiz en vacío (kg)	=REDONDEAR(66,67*B12 + 180;2)
Peso aproximado del tamiz funcionando (kg)	=REDONDEAR(212,5*B12 + 195;2)
Caudal de agua de lavado total a 4 kg/cm ² (m ³ /h)	=REDONDEAR(B2*0,02;2)
Potencia mínima de la bomba de lavado (Kw)	=REDONDEAR((B18*4/(27*0,5)*0,736);2)
Producción de fangos en tamices (kg/d de sólidos)	=(B4*B2* 24/1000) *(B5/100)
Carga hidráulica a caudal de diseño (m ³ /m ² de tambor.h)	=REDONDEAR(B9/B12;2)

Desarenador

PARAMETROS DE PARTIDA	VALORES
Caudal de diseño (m ³ /h)	=Partida!B11
Caudal máximo (m ³ /h)	=Partida!B12
Velocidad ascensional a caudal de diseño (m ³ /m ² .h)	6,25
Velocidad de paso a caudal de diseño (m ³ /m ² .h)	20
Tiempo medio de residencia a caudal de diseño (minutos)	29
Número de líneas	2
Metros cúbicos de aire por metro cuadrado de superficie y hora	7,5
Metros cúbicos de arena por 1000 metros cúbicos de agua residual a caudal diseño	0,02
Metros cúbicos de arena por 1000 metros cúbicos de agua residual con tormenta	2
PARAMETROS DE SALIDA	RESULTADOS
Caudal de diseño por línea (m ³ /h)	=B2/B7
Caudal máximo por línea (m ³ /h)	=B3/B7
Superficie horizontal (m ²)	=B12/B4
Sección transversal (m ²)	=B12/B5VV
Volumen útil unitario (m ³)	=((B6/60)*B12)
Longitud (m)	=(B16/B15)
Profundidad útil (m)	=(B16/B14)
Anchura (m)	=(B16/(B17*B18))
Velocidad ascensional a caudal máximo (m ³ /m ² .h)	=(B13/B14)
Velocidad de paso a caudal máximo (m ³ /m ² .h)	=(B13/B15)
Tiempo medio de residencia a caudal máximo (minutos)	=(B16/B13)*60
Caudal total de aire necesario (m ³ /h)	=(B8*B14)*B7
Producción normal de arena seca (m ³ /día)	=(B2*B9*24)/1000
Producción máxima de arena seca con tormenta (m ³ /h)	=(B3*B10)/1000

Desengrasador

PARAMETROS DE PARTIDA	VALORES
Caudal de diseño (m ³ /h)	=Partida!B11
Número de líneas	2
Densidad del agua a la temperatura de diseño (kg/l)	0,992
Densidad del aceite a la temperatura de diseño (kg/l)	0,92
Viscosidad del agua a la temperatura de diseño (cp)	0,65
Relación profundidad anchura	1
Diámetro mínimo de las partículas a separar (cm)	0,015
PARAMETROS DE SALIDA	RESULTADOS
Caudal de diseño unitario (m ³ /h)	=(B2/B3)
Velocidad ascensional del aceite (m/h)	=REDONDEAR(99560*((B4-B5)/(B6/100))* (60/3,2808)* (B8^2)/30,4804^2;2)
Velocidad transversal del agua (m/h)	=REDONDEAR(SI(15*B11>54,8647;54,8647;15*B11);2)
Factor de turbulencia y cortocircuito	=REDONDEAR(1,2164 + 0,027366*(B12/B11);2)

Biodiscos

PARAMETROS DE PARTIDA	VALORES
Caudal de diseño (m ³ /h)	=Partida!B11
Número de líneas	2
Concentración de DBO soluble en entrada biológico (mg/l)	=Partida!B5
Concentración de DBO soluble en salida biológico (mg/l)	30
Factor de corrección por temperatura:	1
F	=REDONDEAR(-11,16+5,962*LN(B4);2)
Factor de seguridad	1,2
Diámetro de los biodiscos (m)	3
Superficie específica bruta de los biodiscos (m ² /m ³)	180
Sumergencia de los biodiscos (%)	40
Concentración de SS en entrada biológico (mg/l)	=#¡REF!
Velocidad ascensional decantador secundario(m ³ /m ² h)	0,8
Factor de producción de fangos	=REDONDEAR(-0,0725+0,0215*B5;2)
PARAMETROS DE SALIDA	RESULTADOS
Caudal de diseño por línea (m ³ /h)	=B2/B3
Rendimiento esperado de DBO (%)	=REDONDEAR(((B4-B5)/B4)*100;2)
Kilos de DBO soluble alimentados por línea y día	=B16*24*B4/1000
Kilos de DBO soluble alimentados por día	=B18*B3
Superficie de biodiscos por línea (m ²)	=REDONDEAR(((B16*24*(B4-B5))/((B7*B5)/(15,1+B5))))*B8*B6;2)
Superficie de biodiscos total (m ²)	=REDONDEAR(B20*B3;2)
Volumen de biodiscos por línea (m ³)	=REDONDEAR(B20/B10;2)
Volumen de biodiscos total (m ³)	=REDONDEAR(B22*B3;2)
Carga superficial (gr DBOsol/dxm ²)	=REDONDEAR((B19*1000)/B21;2)
Superficie mínima 1ª etapa por línea (m ²)	=REDONDEAR((B18/31,26)*1000;2)
Volumen útil mínimo recomendado de balsa por línea (m ³)	=REDONDEAR((B22*(B11/100)*1,5);2)
Longitud de biodiscos por línea (m)	=REDONDEAR(((B20/B10)*4)/(3,1416*B9^2);2)
Concentración de sólidos en suspensión en salida de biodiscos (mg/l) (antes de decantación)	=B12+B14*(B4-B5)
Producción de fangos biológicos (Kg/d)	=REDONDEAR((B2*24*B28/1000)*(1-(B13*0,039/(1,9-B13))));2)
PARAMETROS DE PARTIDA	VALORES
Superficie de biodiscos en eje de la 1ª etapa (m ²)	24000
Superficie de biodiscos en eje de la 2ª etapa (m ²)	=(B20-B31)/2
Superficie de biodiscos en eje de la 3ª etapa (m ²)	=(B20-B31)/2
Revoluciones por minuto del biodisco (rpm)	1,8
Viscosidad del agua en la balsa de biodiscos (cp)	1,1
Concentración de DBO en entrada al biológico (mg/l)	300
Relación DBO suspendida/sólidos en suspensión	0,6
PARAMETROS DE SALIDA	RESULTADO
Potencia absorbida estimada en la 1ª etapa (Kw)	=REDONDEAR((1,7*B31/9295*B35/1,002*(B34/1,5)^1,55);2)
Potencia mínima recomendada para el motor de la 1ª etapa (Kw)	=REDONDEAR(B39*1,2;2)
Potencia absorbida estimada en la 2ª etapa (Kw)	=REDONDEAR((1,7*B32/9295*B35/1,002*(B34/1,5)^1,55);2)
Potencia mínima recomendada para el motor de la 2ª etapa (Kw)	=REDONDEAR(B41*1,2;2)
Potencia absorbida estimada en la 3ª etapa (Kw)	=REDONDEAR((1,7*B33/9295*B35/1,002*(B34/1,5)^1,55);2)
Potencia mínima recomendada para el motor de la 2ª etapa (Kw)	=REDONDEAR(B43*1,2;2)
Velocidad periférica de los biodiscos (m/min)	=REDONDEAR((2*3,1416*B12/2*B36);)
Concentración estimada de DBO soluble en influente (mg/l)	=(B36-B37*B12)

Decantador

PARAMETROS DE PARTIDA	VALORES
Caudal de diseño (m ³ /h)	=Partida!B11
Caudal máximo (m ³ /h)	=Partida!B12
Velocidad ascensional a caudal de diseño (m ³ /m ² .h)	0,8
Tiempo medio de residencia a caudal de diseño (h)	5
Número de líneas	2
Distancia desde el vertedero a la pared interna de la cuba (m)	0,5
PARAMETROS DE SALIDA	RESULTADOS
Caudal de diseño por línea (m ³ /h)	=B2/B6
Caudal máximo por línea (m ³ /h)	=B3/B6
Superficie del decantador (m ²)	=REDONDEAR(B9/B4;2)
Diámetro interno (m)	=REDONDEAR((B11*4/3,1416)^0,5;2)
Volumen cilíndrico útil unitario (m ³)	=B9*B5
Profundidad cilíndrica útil (m)	=REDONDEAR(B13/B11;2)
Velocidad ascensional a caudal máximo (m ³ /m ² .h)	=REDONDEAR(B10/B11;2)
Tiempo medio de residencia a caudal máximo (h)	=REDONDEAR(B13/B10;2)
Longitud de vertedero por decantador(m)	=REDONDEAR(2*3,1416*(B12/2-B7);2)
Carga máxima sobre vertedero (m ³ /m.h)	=REDONDEAR(B10/B17;2)